

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2013

Bc.VERONIKA LONSKÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: N3106 Textilní inženýrství

Studijní obor: Textilní a oděvní technologie

TRVANLIVOST PODLEPENÝCH ŠVŮ

THE DURABILITY OF THE SEALED SEAMS

Bc. Veronika Lonská

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petra Komárková, Ph.D.

Rozsah práce:

Počet stran textu	64
Počet obrázků	86
Počet tabulek	28
Počet stran příloh	20

Zásady pro vypracování

1. Rešerše zaměřená na technologii podlepování švů a funkce podlepených švů.
2. Analýza faktorů ovlivňujících trvanlivost podlepených švů během tvorby a během užívání.
3. Návrh experimentu k ověření vlivu vybraných faktorů ovlivňujících trvanlivost podlepených švů.
4. Vyhodnocení experimentu.
5. Návrh optimálního nastavení technologických podmínek tvorby podlepených švů, kombinace materiálů a podmínek během užívání pro dosažení maximální trvanlivosti podlepených švů.

Seznam odborné literatury:

- Staněk, J. Nauka o textilních materiálech, díl I, část 4, Vlastnosti délkových a plošných textilií. VSŠT Liberec, 1988. 55-801-88
- Kovačic, V. Textilní zkušebnictví I, II. Liberec, 2002, elektronická skripta, <http://www.ft.vslib.cz/databáze/skripta/>
- ČSN EN ISO 13934-1,2 (80 0812). Tahové vlastnosti plošných textilií – část 1,2. Praha: ÚNMZ – Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
- MACHAŇOVÁ, Dagmar, WIENER, Jakub. Údržba textilií. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, 2009

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum 14.1.2013

Podpis

Poděkování

Touto cestou bych nejprve ráda poděkovala Ing. Petře Komárkové Ph.D za její cenné rady, konzultace, trpělivost a odborné vedení diplomové práce. Dále děkuji Václavu Novotnému ze společnosti DirectAlpine a.s. za poskytnutí materiálu a informací týkajících se problematiky řešení v této práci.

V neposlední řadě chci poděkovat své rodině za finanční i morální podporu po dobu mého studia.

Anotace

Tato diplomová práce je věnována tématu trvanlivosti podlepených spojů, které se uplatňují u výrobků, u kterých je vyžadováno zabezpečení jejich úplné nepromokavosti. Práce obsahuje jednak technologii výroby podlepených spojů, jejich vlastnosti, druhy používaných materiálů a strojní zařízení vhodné k jejich zhotovení. Dále se práce zaměřuje na analýzu faktorů, kterým výrobky čelí během jejich užívání. Experimentální část je věnována návrhu a vyhodnocení experimentu, zaměřeného na hodnocení smáčivosti a tahových vlastností podlepených švů po vlivu UV záření a praní.

Klíčová slova

Trvanlivost švu, podlepení švu, nepromokavost, podlepovací páska, pevnost spoje, svařování.

Annotation

This diploma work is devoted to the durability of the sealed seams, which can be used for products in which is require their whole waterproofness. The work includes the technology of production of the pastry seams, their property, kinds of materials and the machine which is suitable for their production. This work also includes the analysis of the factors, which have some effects on their using. The experimental part is dedicated to the draft and evaluation of the experiment, which is focused on the evaluation of wettability and tensile properties sealed seams after the environmental influences such as UV radiation and washing.

Key words

The durability of seam, seam taped, waterproof, backing strip, bond strength, welding..

Obsah

ÚVOD.....	6
<u>1 TECHNOLOGIE A VLASTNOSTI PODLEPENÝCH ŠVŮ</u>	<u>8</u>
1.1 KONVENČNÍ ZPŮSOB TVORBY PODLEPENÝCH ŠVŮ	9
1.1.1 TECHNICKÉ SPECIFIKACE KONVENČNĚ ZPRACOVANÝCH SPOJŮ PŘED NATAVENÍM TERMOPLASTICKÉ PÁSKY	10
1.2 ZPRACOVÁNÍ STŘIHOVÝCH DÍLŮ PŘED POUŽITÍM NEKONVENČNÍCH TECHNOLOGIÍ SPOJOVÁNÍ.....	11
1.3 VYBRANÉ NEKONVENČNÍ ZPŮSOBY TVORBY PODLEPENÝCH ŠVŮ	12
1.3.1 LEPENÍ (BONDING).....	12
1.3.2 ULTRAZVUKOVÉ SPOJOVÁNÍ (ULTRA SONIC WELDING)	16
1.3.3 VYSOKOFREKVENČNÍ SPOJOVÁNÍ (HIGH FREQUENCY WELDING).....	18
1.3.4 PŘELEPENÍ SPOJŮ TERMOPLASTICKOU PÁSKOU	19
1.3.5 MECHANIZMUS PŮSOBNÍ POLEPOVACÍCH FAKTORŮ	22
1.3.6 ANALÝZA NEJČASTĚJI POUŽÍVANÝCH TYPŮ ŠVŮ	22
1.4 STROJOVÉ ZAŘÍZENÍ POUŽÍVANÉ PRO TVORBU PODLEPENÝCH ŠVŮ.....	23
1.5 TYPY MATERIÁLŮ POUŽÍVANÝCH K VÝROBĚ PRODUKTŮ S PODLEPENÝMI ŠVY	27
1.5.1 POVRSTVENÉ TEXTILIE.....	27
1.5.2 TEXTILIE S MEMBRÁNOU	28
1.6 TYPY VÝROBKŮ ZPRACOVANÝCH TECHNOLOGIÍ PODLEPENÝCH ŠVŮ	30
1.7 VLASTNOSTI PODLEPENÝCH SPOJŮ	34
1.7.1 NEPROMOKAVOST ŠVŮ.....	34
1.7.2 MECHANICKÉ VLASTNOSTI ŠVU - PEVNOST.....	35
1.7.3 STUDIE ZABÝVAJÍCÍ SE HODNOCENÍM ESTETICKÝCH A MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ PODLEPENÝCH SPOJŮ.....	36
<u>2 TRVANLIVOST PODLEPENÝCH ŠVŮ</u>	<u>41</u>
2.1 VLIVY PŮSOBÍCÍ PŘI ZPRACOVÁVÁNÍ ŠVŮ.....	41
2.2 VLIVY PŮSOBÍCÍ PŘI POUŽÍVÁNÍ VÝROBKŮ.....	42
2.2.1 DEFORMACE VYVOLANÉ LIDSKÝM TĚLEM.....	42
2.2.2 ÚČINKY POVĚTRNOSTNÍCH VLIVŮ	44
2.2.3 VLIV ÚDRŽBY	52
<u>3 SHRUTÍ REŠERŠE</u>	<u>54</u>
<u>4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST</u>	<u>56</u>
4.1 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH MATERIÁLŮ.....	57
4.2 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH ZAŘÍZENÍ.....	58
4.2.1 PRŮMYSLOVÝ JEDNOJEHLOVÝ ŠICÍ STROJ SE STEHEM VÁZANÝM.....	58
4.2.2 ULTRAZVUKOVÝ SVAŘOVACÍ STROJ	58
4.2.3 KONTINUÁLNÍ PODLEPOVACÍ STROJ PRO PODLEPENÍ ŠVŮ PÁSKOU POMOCÍ HORKÉHO VZDUCHU.....	59
4.2.4 ZAŘÍZENÍ PRO SIMULACI KLIMATICKÝCH PODMÍNEK	60
4.2.5 PRAČKA	61

4.2.6	SPRAY TEST – METODA UMĚLÉHO DEŠTĚ	62
4.2.7	TRHACÍ STROJ TESTOMETRIC	62
4.3	PŘÍPRAVA VZORKŮ	63
4.4	SPOJE - TYPY PODLEPENÝCH ŠVŮ	65
4.5	POSTUP ZKOUŠKY	73
5	<u>VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU</u>	<u>76</u>
5.1	HODNOCENÍ VLIVU SIMULOVANÝCH KLIMATICKÝCH PODMÍNEK NA PEVNOST SPOJE	76
5.1.1	NEOZÁŘENÉ SPOJE	76
5.1.2	SPOJE OZÁŘENÉ PO 48 HODINÁCH UV CYKLU	78
5.1.3	SPOJE OZÁŘENÉ PO 96 HODINÁCH UV CYKLU	80
5.1.4	SPOJE OZÁŘENÉ PO 144 HODINÁCH UV CYKLU	82
5.1.5	SPOJE BEZ OZAŘOVÁNÍ, OZAŘOVANÉ PO 48, 96 A 144 HODINÁCH UV CYKLU	84
5.1.6	PEVNOST PŘEPLÁTOVANÉHO TYPU SPOJE V ZÁVISLOSTI NA PODLEPENÍ A ŠÍŘCE POUŽITÉ PODLEPOVACÍ PÁSKY	87
5.1.7	CELKOVÉ ZHODNOCENÍ PEVNOSTI SPOJŮ BEZ OZAŘOVÁNÍ, PO OZAŘOVÁNÍ 48, 96, 144 HODINÁCH UV CYKLU.....	89
5.1.8	PEVNOST VLASTNÍHO ZKOUŠENÉHO MATERIÁLU	91
5.2	HODNOCENÍ VLIVU ÚDRŽBY NA PEVNOST SPOJŮ	92
5.2.1	SPOJE BEZ PRANÍ	92
5.2.2	SPOJE VYSTAVENÉ 1 CYKLU PRANÍ	94
5.2.3	SPOJE VYSTAVENÉ 5 CYKLŮM PRANÍ	96
5.2.4	CELKOVÉ ZHODNOCENÍ PRŮMĚRNÉ PEVNOSTI SPOJŮ BEZ PRANÍ, PO PRANÍ A PO 5 CYKLECH PRANÍ.....	98
5.2.5	PEVNOST VLASTNÍHO MATERIÁLU BEZ PRANÍ, PO PRANÍ 1 CYKLU A 5 CYKLŮ	100
5.3	HODNOCENÍ ZKOUŠKY ODOLNOSTI SMÁČENÍ POVRCHU	101
6	<u>DISKUSE VÝSLEDKŮ</u>	<u>103</u>
7	<u>NÁVRH OPTIMÁLNÍHO NASTAVENÍ TECHNOLOGICKÝCH PODMÍNEK TVORBY PODLEPENÝCH ŠVŮ, KOMBINACE MATERIÁLŮ A PODMÍNEK BĚHEM UŽÍVÁNÍ PRO DOSAŽENÍ MAXIMÁLNÍ TRVANLIVOSTI PODLEPENÝCH ŠVŮ</u>	<u>105</u>
8	<u>ZÁVĚR.....</u>	<u>107</u>

POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY

°	stupeň
Ω	omega
A	Amper
AATCC	Americká asociace textilních chemiků a koloristů
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
°C	stupeň Celsia
cca	přibližně
CO ₂	oxid uhličitý
cm	centimetr
ČSN	československá technická norma
DWR	označení pro hydrofobní materiál
EN	evropská norma
EM	roztažnost
F	síla
G	tuhost ve smyku
g/m ²	jednotka plošné hmotnosti
2H	smyková hystereze
2HG5	smykový úhel
I	proud
ISO	mezinárodní organizace pro normalizaci
kg	kilogram
kg/cm ²	jednotka tlaku vzduchu
kW	kilowatt
L	líc
LT	deformační energie
μm	mikrometr
m	metr
m/min	jednotka rychlosti
mm	milimetr
N	Newton
Nm	Newtonmetr

O	osnova
g	gram
Pa	Pascal
PA	Polyamid
PE	Polyuretanester
ph	potenciál vodíku
PU	Polyuretan
PTFE	teflon
R	odpor vodiče
R	rub
RT	pružnost
s	sekunda
t	čas
T	teplota
tzv.	takzvaně
Tex	jednotka jemnosti
U	útek
UV	ultrafialové záření
V	volt
W	watt
WT	deformační energie

Úvod

Některé profese, sporty nebo prostředí vyžadují používání speciálních materiálů, které jsou danému účelu přizpůsobeny. Tyto materiály vyžadují zpracovávání moderními technologiemi, kterými bude zabezpečena funkčnost a design daného produktu. Mezi tyto výrobky můžeme zařadit např. outdoorové oděvy či vybavení jako stany, spacáky, boty, nebo speciální ochranné kombinézy apod. U takovýchto výrobků jsou švy důležitým prvkem, které ovlivňují jejich funkčnost. Požadavky na švy se shodují s požadavky na celý výrobek [3]. Dojde-li během užívání ke změně vlastností spojů, může to ovlivnit trvanlivost a funkčnost daného produktu.

Při zpracovávání těchto výrobků se setkáváme s několika technologiemi tvorby švů. Spoje vznikají v první řadě konvenčním nebo nekonvenčním způsobem spojování. Nekonvenční spojování se řadí k nákladným způsobům zpracování, ale i přesto má při zpracovávání těchto výrobků své uplatnění. Například u outdoorových oděvů se používá zejména k:

- Spojování jemných materiálů pokud není možné použít klasickou technologii podlepených švů,
- Ušetření váhy produktu – např. pro expediční vybavení pro náročné aktivity v horách je hmotnost velmi důležitým parametrem,
- Dozdobení produktu – jedná se o přidanou hodnotu, která produkt „prodává“ [32].

Pro zajištění nepromokavosti a vyšší pevnosti spoje následuje fáze podlepení speciální termoplastickou páskou. Technologie, kterou je páska aplikována na šev se řadí k nekonvenčním způsobům spojování. Jedná se o technologii, o které lze říci, že je již standardem takovýchto výrobků. Jejím cílem je retence nepromokavosti celého produktu a zvýšení pevnosti v místě spojů.

Od sportovních, pracovních nebo ochranných oděvů do speciálních prostředí apod. je požadováno plnění funkčních vlastností a to po celou dobu jejich užívání, kdy jsou vystaveny účinkům mechanickým, klimatických změn apod. Základem pro zajištění trvanlivosti švů je znalost všech vlivů, které se podílejí na vlastnostech spojů a rovněž i faktorů působících během užívání výrobku. Charakter švů je získán především druhem použitých materiálů, ale důležitá je i technologie spojovacího procesu. U spojů zpracovávaných konvenčním šitím je zásadní zvolení vhodného typu švu, hustoty stehu,

druhu a jemnosti šicí nitě, jemnosti a hrotu jehly atd. Nekonvenční způsob zpracování švu je ovlivněn druhem materiálu, typem spoje a parametry spojování (např. teplota, tlak). Technologie podlepování je ovlivněna teplotou, přítlakem a časem, po který je šev podlepován.

Cílem této práce je posoudit trvanlivost podlepených švů zhotovovaných u textilních materiálů běžně používaných pro výrobu sportovních oděvů. Teoretická část práce je věnována charakteristice a technologii zhotovování těchto spojů. Další část je věnována všeobecným účinkům, které na ně působí a mohou případně i ovlivňovat jejich charakter. Experimentální část je zaměřena na hodnocení funkčnosti a odolnosti švu. Záměrem je prošetřit faktory ovlivňující trvanlivost podlepených spojů.

1 Technologie a vlastnosti podlepených švů

U výrobků, ať už se jedná o výrobky oděvního charakteru či jiné, patří spoje k nejcitlivějším místům. I přes to, že jsou produkty zpracovány z vysoce nepromokavého materiálu, může voda proniknout skrz materiál právě kritickým místem, které tvoří švy. Pro zajištění celkové nepromokavosti výrobku i případné zvýšení pevnosti spojů, je vyžadováno přelepení švů speciální páskou.

Podlepené švy jsou již zavedeným standardem u výrobků zhotovených ze speciálních materiálů, které vyžadují některá prostředí, profese či sporty apod. Obecným postupem při jejich zhotovování je tvorba spoje mezi jednotlivými stříhovými součástmi. Spoj může být vytvořen dvěma způsoby. Jedním z nich je konvenční postup zpracovávání švu, který zahrnuje spojení materiálů pomocí šití. Použití šicích nítí navyšuje celkovou hmotnost výrobku. Druhý způsob se řadí k nekonvenčním a jedná se o tzv. technologii bezešvých spojů. Z těchto principů spojování se v případě podlepených švů používají tři způsoby spojování, tedy pomocí ultrazvuku anebo lepením či vysokofrekvenční spojování.

Zhotovený šev je následně přelepen speciální termoplastickou páskou z rubové nebo lícové strany. Technologie přelepování využívá nejčastěji exotermický způsob svařování na jejímž principu pracují horkovzdušné podlepovací stroje. Cílem je zajistit nepromokavost a současně zvýšit pevnost spoje. Zabezpečení nepromokavosti spoje se týká především švů vytvořených konvenčním způsobem. Šicí proces zanechává v oděvním materiálu otvory po vpichu jehly a snižuje tak jeho nepromokavost. Aby se zamezilo průniku vody, je nutné na šev z rubové nebo lícové strany aplikovat termoplastickou páskou.

Podlepené švy je možné použít u všech typů vysocefunkčních materiálů. Tedy jak u materiálů se zátěrem nebo membránou. Zvláštní případ tvoří softshellové materiály. Patří k třívrstevným laminátům, které jsou z rubní strany opatřeny vrstvou fleecu, proto jejich zpracování vyžaduje navíc použití speciálního přístroje, kterým se rubní strana v místě švu přebrousí. Termoplastická páska je tedy lepena přímo na membránu. Cílem je zabezpečit dobrou přilnavost mezi páskou a materiálem[1].

O použité technologii ke zhotovení podlepených spojů rozhoduje charakter materiálu, někdy i cena výsledného produktu, apod.

Obecné podmínky při zpracovávání vysocefunkčních materiálů:

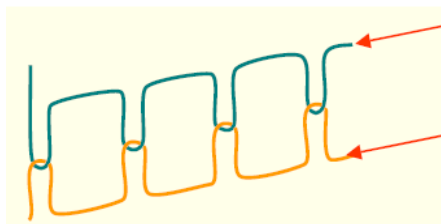
- Pro zajištění waterproof/breathable efektu, musí být všechny vrchní díly zpracovány z těchto materiálů.
- Všechny materiály musí být zpracovány správnou stranou k povrchu výrobku.
- Použije-li se podšívka nebo jiné doplňkové materiály, nesmí snížit propustnost vodních par vysocefunkční textilie.
- Funkční materiály vyžadují při šití používání šicí jehely s vyšším Nm číslem.
- Ke konvenčně zpracovaným švům se používají polyesterové šicí nitě v normálním nebo vodoodpudivém provedení. Doporučený počet stehu na délku 1 cm je uváděno 3 – 5 stehů.
- Výrobky s membránou i zátěrem musí být zajištěny nepropustnou podlepovací páskou.
- Pro spojení dílů je možné použít nekonvenční způsoby spojování, kterými vznikne tzv. svařený šev se stejnými vlastnostmi, jako má vrchový materiál. Tato technika spojování zajišťuje, že spojem nepronikne vlhkost [24].

1.1 Konvenční způsob tvorby podlepených švů

Při zpracovávání materiálů s membránou či laminátem nesmí dojít k poškození textilie. Z tohoto důvodu je nelze zpracovávat běžným způsobem jako klasické textilie a před samotným šitím se nesmí provádět pomocné špendlení či stehování, kterým by se textilie poškodila. Vznikla by tak místa, jimiž by mohlo dojít k průniku vody z okolního prostředí, čímž by došlo k narušení funkčnosti výrobku [6]. Jediným vhodným způsobem konvenčního spojování je strojové šití. Základem je tvorba stehu, který vznikne provázáním šicích nití od jednoho vpichu k druhému. Stehy rozdělujeme podle normy ISO 4915 do šesti tříd. Na výrobcích se vyskytují vázané stehy třídy 300. Tato třída zahrnuje dvou- a vícenitné vázané stehy, které jsou tvořeny strojově jednou nebo i více vrchními nitěmi s jednou nití spodní, viz obrázek 1. K provázání nití dochází uprostřed šitého díla a vzhled stehů z lícni i rubní strany je stejný. Pro vázané stehy je typickou vlastností dobrá pevnost, obtížná paratelnost a nízká tažnost. K výhodám patří i nižší spotřeba nití a možnost ukončení stehové řady uzažitím proti vypárání [9].

Správné provázání stehu je závislé na vhodně zvoleném typu jehly a nitě. Jejich jemnost i materiálové složení musí být vhodný pro daný typ zpracovávaného materiálu. Jedním z dalších důležitých parametrů spojování je nastavení hustoty stehu. Správné nastavení napětí vrchní i spodní nitě je rovněž rozhodující.

Potřebnou pevnost ovlivňují vhodně zvolené šicí nitě, jehla a způsob provedení švu.



Obrázek 1: Vázaný steh 301[7]

Výhody šitých spojů:

- snadný způsob spojení,
- finančně méně náročná technologie.

Nevýhody šitých spojů:

- jehla po vpichu zanechává otvory v materiálu – není 100% nepromokavost,
- nutné použití spojovacího elementu (šicí nitě),
- možné poškození spojovacího prvku,
- zvýšení hmotnosti zpracovávaného oděvu.

1.1.1 Technické specifikace konvenčně zpracovaných spojů před natavením termoplastické pásky

Před zajištěním švů pomocí termoplastické pásky je velmi důležité přizpůsobit šíři švové záložky šířce zvolené pásky. Je to z toho důvodu, aby páska byla co největší plochou přichycena k ploše materiálu v okolí švu. Standardně se používají pásky o šířce cca 20 mm. V tomto případě bude šíře švové záložky široká 0,5 - 1 cm. Při použití pásky široké 13 mm se šíře záložky sníží na 0,5 mm [32].

Před aplikací pásky na šev je u šitých švů nutné zkontrolovat a případně odstříhnout vyčnívající konce nití. Okraje švových záložek musí být rovněž začištěné.

Pokud by spoje zůstaly nezačištěné, odstávající nitě by posléze mohly vytvářet funkci knotu pro vnik vlhkosti, čímž by byla narušena vodotěsnost výrobku.

1.2 Zpracování stříhových dílů před použitím nekonvenčních technologií spojování

Nekonvenční metody spojování vyžadují pro zpracování některých typů spojů čistě zpracované okraje stříhových dílů. Tím je myšleno, že musí mít zapravené okraje tak, aby se eliminovalo jejich třepení. K tomuto účelu je vyžadována technologie lasercutting [32], viz obrázek 2. Jedná se o technologii nekonvenčního způsobu oddělování, který využívá k oddělování stříhových součástí laserový paprsek. Tento způsob oddělování je založen na principu soustředění světelného paprsku do jednoho bodu a jeho proměně v tepelnou energii. K oddělení oděvních součástí dojde tedy propálením materiálu. Paprsek o vysoké intenzitě má takovou sílu, jež je dostatečná k tomu, aby oděvní materiál „sublimoval“. Laser je tvořen úzkým paprskem světla o jedné vlnové délce. Tato zařízení existují v provedení s pohyblivým a nepohyblivým laserovým paprskem.

Výhody:

- výsledné oddělení je čistší než při řezání nožem.

Nevýhody:

- není možné oddělovat vyšší vrstvy naložených oděvních materiálů,
- finančně náročná technologie [8].



Obrázek 2: Lasercutting [51]

1.3 Vybrané nekonvenční způsoby tvorby podlepených švů

Používáním oděvních materiálů s obsahem termoplastických vláken vedlo k vývoji nových technologií v oblasti spojování [9]. Jedná se o tzv. technologii bezešvých spojů [19]. Od spojů vytvořených touto metodou je vyžadováno, aby jejich vlastnosti odpovídaly vlastnostem spojovaných materiálů a vytvořily spoj srovnatelný s vlastnostmi toho šitého. Což je velmi široký požadavek, bereme – li v úvahu, že na jednotlivé třídy spojů se nekladou úplně stejné požadavky na pevnost, tuhost, odolnost apod. Jiné parametry musí splňovat švy nosné a jiné požadavky budou kladeny na pomocné spoje [8].

Tato technologie zahrnuje tři různé způsoby spojování – vysokofrekvenční, lepicí a ultrazvukové. S ohledem k následnému zpracování spojů podlepením, se v tomto případě používají všechny tři způsoby. Důležitým požadavkem při zpracovávání těmito technologiemi je, že spojovaný materiál musí být v oblasti spoje čistý, zbavený všech nežádoucích příměsí, které by bránily spojení tohoto materiálu [46].

1.3.1 Lepení (Bonding)

Principem lepení je nanesení spojovacího prostředku na spojované listy oděvních materiálů a následným působením přitlačného tlaku, kterým dojde ke vzniku spoje mezi spojovanými díly. Tato technologie rozlišuje dva způsoby lepení, jedním je lepení za tepla, druhým za studena [8].

Lepení za tepla či laminace probíhá nanesením spojovacího prostředku, či adheziva mezi stříhové součásti spojovaného materiálu, viz obrázek 3. Následně pomocí vysokého tlaku a teploty (cca 130°C) dojde ke vzniku spoje [19]. Vzniklé spoje musí odpovídat vlastnostem spojovaných materiálů a musí mít odpovídající parametry. Z tohoto důvodu je zřejmé, že nebude možné uspokojit všechny požadavky pouze jedním druhem lepidla. Jednotlivé technologické kroky tvorby lepeného spoje se odvíjí do formy pojiva, tedy jeho konzistence. Při lepení spoje například pomocí fólie jsou kroky následující: V první řadě je lepidlo nataveno za působení tlaku a určité rychlosti k okraji spodní spojované stříhové součásti na její lící stranu. Tlak a rychlost musí mít střední hodnoty. Teplota natavení pásky musí být nízká, ale zároveň dost vysoká k dosažení měknutí lepicí fólie. Druhým krokem je odstranění ochranného papírového filmu. Následujícím krokem je přiložení vrchního kusu stříhového dílu přímo na pásku,

tak aby určitá část pásky vyčnívala. Tím je dosaženo zdobícího efektu spoje, viz obrázek 5. Neboť při spojování přesahuje určitá šířka fólie do lící strany švu. Posledním krokem je vložení takto připravených stříhových součástí do lisu nebo jiného zařízení vhodného k laminaci spoje. Postup zpracování lepeného spoje je znázorněn na obrázku 4. Teplota laminování je ovlivněna charakterem pásky. Tlak a rychlost průchodu by měl dosahovat středních hodnot. Někdy se místo tepla může použít vysokofrekvenčního záření [26].



Obrázek.3: Schéma laminovaného spoje [26]



Obrázek 4: Postup zpracování lepeného spoje na VividEdge přístroji pro těsnění švů [26]



Obrázek 5: Lepicí reflexní fólie aplikovaná ve švu slouží jako spojovací prvek a současně působí i jako zdobící prvek [26]

O kvalitě spojů rozhodují tyto faktory:

1 Fyzikální

- **Pórovitost a hladkost povrchů spojovaných materiálů.**
- **Povrchové napětí pojiva a smáčivost povrchu adherentu** – lepidla s dokonalou adhezí jsou taková, která dobře smáčí povrch lepených materiálů. K tomu dochází tehdy, jsou - li mezimolekulární síly mezi adhezivem a adherentem větší nebo se rovnají kohezním silám adheziva.
- **Skupenství adheziva** – k nejlepším patří tekuté. Styčný úhel dotyku by měl být menší než 90° (úhel dotyku $> 90^\circ$ snižuje pevnost spoje).
- **Tloušťka a vlastnosti adhezivního filmu** – adhezivní film musí být souvislý. Větší tloušťka filmu snižuje pevnost spoje.
- **Tlak a doba působení při lepení** – musí být rovnoměrný a přiměřený a odvíjí se od druhu adheziva.

2 Chemický

- **Hodnota pH adheziva** – špatná hodnota může vést k poškození slepovaného povrchu.
- **Polarita adheziva a lepeného materiálu**
- **Polymerační stupeň makromolekulárních adheziv** – adheze polymerů je tím větší, čím nižší je jejich molekulová hmotnost. Optimální spoj vytvoříme použitím adheziva se střední molekulovou hmotností, která vykazuje dostatečnou kohezní a adhezní pevnost.
- **Chemická stavba adheziva a adherentu** – lepidla aromatického charakteru zajišťují dokonalejší spojení materiálu
- **Chemické nečistoty** – např. mastnoty, voda, oxid uhličitý absorbované na povrchu lepených materiálů snižují pevnost spoje. Před spojováním stříhových dílů je nutné povrch očistit [8], [9].

Pevnost spoje závisí na:

- **Poréznosti obou materiálů** – čím vyšší je poréznost materiálů, tím je pevnost spoje vyšší.
- **Kohezi** – tedy pevnosti vytvrzení adheziva [9].

Adheziva

Adheziva, nebo – li lepidla jsou makromolekulární organické sloučeniny, používané při spojování lepením, které umožňují vytvořit spoj mezi povrchy stejných nebo různých materiálů. Lepidla jsou aplikována zpravidla na jednu stranu materiálu. Setkáme se s nimi ve formě tuhé, polotuhé a kapalné.

Lepidla v tuhé formě jsou prezentovány lepícími fóliemi, filmy nebo prášky. Řadí se k velmi vhodným pojícím prostředkům, neboť zabezpečují, že nedojde k jejich proniknutím na lícni stranu výrobku, či znečištění, které by vedlo ke znehodnocení výsledného produktu. Aplikují se na materiály citlivé k vysokým teplotám a s vysokou elasticitou. Navíc, umožňují eliminovat třepení okrajů stříhových dílů tkaniny. Hotový spoj se projevuje vysokou pevností a pružností a odolností proti vodě[26]. Rovněž neobsahují rozpouštědla, která jsou toxická a hořlavá.

Používání polotuhých pojiv je výjimečné, vhodné spíše pro pomocné operace. Jejich nevýhodou je malá odolnost proti organickým rozpouštědlům a omezená životnost.

S tekutými lepidly se lze setkat ve formě roztoků, disperzí, past, a nebo pěn. Tato lepidla však mají při lepení textilií tendenci pronikat na jejich lícni stranu, což patří k jejich hlavním nevýhodám. K dalším špatným vlastnostem se řadí i jejich omezená trvanlivost. Většina z nich navíc obsahuje organická rozpouštědla, která jsou hořlavá a zdraví škodlivá, nebo mají malou odolnost proti chemickému ošetřování. Pro oděvní účely jsou z této skupiny nejvhodnější kaučukové latexy, konkrétně latexy syntetických kaučuků. Obecně mají velkou pružnost, nízkou tuhost lepeného spoje, dobrou odolnost proti stárnutí, vyšším teplotám a vůči organickým rozpouštědlům. Používají se hlavně pro takové operace, kde nevádí proniknutí lepidla na lícni stranu textilie, nebo pro zpevnění okrajů oddělených oděvních součástí proti třepení [8].

K nejvíce rozšířeným a používaným druhům termoplastických lepidel patří:

- **Polyamid** – k jeho vlastnostem se řadí nerozpustnost v benzínu ani v trichloretylenu,
- **Polyester** – zabezpečuje vysokou pevnost, mají dobrou tepelnou i chemickou odolnost, používají se u spojů, které mají být pružné,
- **Polyetylen** – odolný vůči pracím prostředkům,
- **Polyvinylchlorid**,
- **Polyvinylacetát**[26].

Lepidla musí splňovat tyto podmínky:

- mít dostatečnou mechanickou pevnost a vysokou adhezi ke spojovaným materiálům, aby umožňovaly zajistit požadovanou pevnost lepených spojů,
- vyhovující tuhost, tažnost a prodyšnost,
- odolnosti proti vodě a chemickému čištění (při údržbě),
- vyhovovat estetickým nárokům daného produktu
- trvanlivost - výraz zahrnuje jejich chemickou odolnost a odolnost proti stárnutí. Pojem stárnutí je jev, při kterém vlivem světla, tepla nebo kyslíku apod. dochází ke změnám ve výstavě makromolekulárních látek. Tyto změny se mohou projevit jako mechanické nebo chemické. Nejčastěji dojde ke snížení pevnosti, pružnosti a tažnosti. Chemické změny se projevují buď destrukcí řetězců makromolekul, nebo k jejich spojování. Destrukce způsobuje snižování hmotnosti a snížení teploty měknutí, tím se polymer stáváme měkkým, lepivým a má malou mechanickou pevnost. Spojování řetězců způsobuje tvrdnutí a křehnutí a rovněž klesá pevnost. Rychlost stárnutí je ovlivněn vnějšími podmínkami. U lepidel používaných k oděvním účelům dochází k procesu stárnutí velmi pomalu, neboť oděvy nejsou vystaveny přímému působení povětrnostních vlivů po dlouhou dobu. Chemická odolnost závisí na chemickém složení lepidla, dále jeho na struktuře a molekulové hmotnosti. Čím vyšší je molekulová hmotnost lepidla, tím vyšší je pevnost i tuhost a zvýšená odolnost vůči chemickému čištění. Chemická odolnost lepených spojů by měla být stejná jako odolnost použitého textilního materiálu [8],[9].

1.3.2 Ultrazvukové spojování (Ultra Sonic Welding)

Při tomto způsobu spojování jsou jednotlivé stříhové díly ve svařovacím místě spojeny působením ultrazvukové energie. Díly materiálu se v místě sváru sevřou určitou přítlačnou silou mezi zdroj ultrazvukových vibrací a pevnou oporu. Následně je materiál po určitou dobu vystaven účinkům ultrazvukových vibrací, jejichž směr musí být kolmý ke svařovanému materiálu. Ke spojení dojde tak, že absorbovaná

ultrazvuková energie, pohyb a tření molekul vytváří v místě sváru teplo. Teplem dochází k zahřátí materiálu do té míry, že se stává viskózním, tzn. že je natavován a následně stlačován mezi spojovanými součásti do určité formy. Po vychladnutí je materiál spojen.

Při zpracovávání švů je používán kontinuální systém svařování. Tento systém tvoří souvislý přímočarý nebo křivočarý svar. Svářecí nástroj má tvar kotouče, jehož odvalováním po povrchu materiálu vznikne švový svar nahrazující sešití stříhových součástí. Svářecí kotouče představuje element, jehož různě zdobenými povrchy a šířkou, lze docílit rozmanitého vzhledu spojů, viz obrázek 6 a obrázek 7.

Výhodou, jež představuje ultrazvukové svařování, je především úspora času a možnost snadné automatizace. Dále odpadá potřeba spojovacího materiálu.

Nevýhody představuje nastavování jednotlivých parametrů, které jsou pro každý druh materiálu i operaci individuální, vysoké provozní náklady[9].



*Obrázek 6: Svařený spoj – přeplátovaný
zdobený šev [1]*



*Obrázek 7: Svařený spoj – jednoduchý
hřbetový šev [19]*

Kvalita a pevnost spoje jsou závislé na:

- **Době působení ultrazvukových vibrací** – tato doba závisí na požadovaném tepelném efektu, který je potřeba k roztavení svařovaného materiálu. Z hlediska produktivity práce se jí snažíme zkrátit.
- **Amplitudě kmitání** – vyvolávající pohyb a tření molekul, jejíž příčinou je vznik tepla potřebného k roztavení materiálu. Velikost amplitudy je dána výkonem ultrazvukového zdroje.
- **Přítlačné síle** – jejím úkolem je zajistit přenos ultrazvukových kmitů do spojovaného místa. Působením ultrazvukové energie dochází k zahřátí

materiálu a stavu plastického tečení. Správné nastavení přítlačné síly má významný vliv na konečnou kvalitu spoje.

- **Pracovní frekvence** [9].

1.3.3 Vysokofrekvenční spojování (High Frequency Welding)

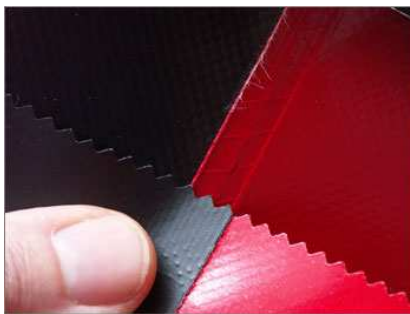
Jedná se o endotermický způsob svařování. Zakládá se na principu působení vysokého tlaku a vysoké frekvence v místě spojení stříhových dílů. U tohoto typu spojování se teplo potřebné ke spojení dvou či více stříhových součástí vytváří ve styčných plochách svařovaného spoje [19]. Působením vysoké frekvence dochází k přesunu nebo pohybu částic. Jejich pohybem dojde ke vzájemnému tření a to způsobí vznik tepla. Čím většího pohybu molekuly dosahují, tím vzniká vyšší teplo, kterým dojde k tavení materiálu. Působíme – li navíc tlakovou silou, dojde ke vzniku spoje [9], viz obrázek 8. U vysokofrekvenčních svařovacích strojů leží při spojování materiály mezi elektrodami, které jsou zdrojem vysokofrekvenční energie přiváděné do materiálu. Současně rovněž dochází k formování a lisování svařovaného materiálu.

Tento způsob spojování představuje výhodu v tom, že při zhotovení švu se nepohybuje stroj ani výrobní zařízení. Proces umožňuje vysokou automatizaci výroby. Nevzniká vrásnění švů a u spojů se nemusí počítat s velkými přídávky na švy.

Tvorby kvalitního pevného spoje ovlivňuje materiálové složení stříhových součástí daného materiálu. Dosažitelné pevnosti spojů jsou nižší zejména u výrobků ze 100%ních termoplastů, než například u směsových materiálů. Navíc spoje vzniklé touto technologií mají po údržbě (chemické čištění, praní) ztrátu pevnosti kolem 5%, což je poměrně malý úbytek.

Kvalita švu dále závisí na:

- homogenitě materiálu,
- rovnoměrná tloušťce spojovaného materiálu,
- rovnoběžnosti svařovacích elektrod,
- konstantním napětí po celém obvodu svařovacích elektrod,
- závislosti ztrátového součinitele na teplotě[45].



Obrázek 8: Svařený spoj – přeplátovaný šev [19]

Porovnání bezešvé technologie s konvenčně zpracovanými švy

Budeme – li hodnotit nekonvenčně zpracované švy s konvenčně šitými spoji, je nutné zmínit, že neortodoxní způsob spojování představuje tyto výhody:

- nejsou zapotřebí šicí nitě – oděvy zpracované bez použití nití mají nižší hmotnost,
- vyšší životnost - odolnost proti roztržení nebo rozedření švu,
- absolutní nepromokavost.

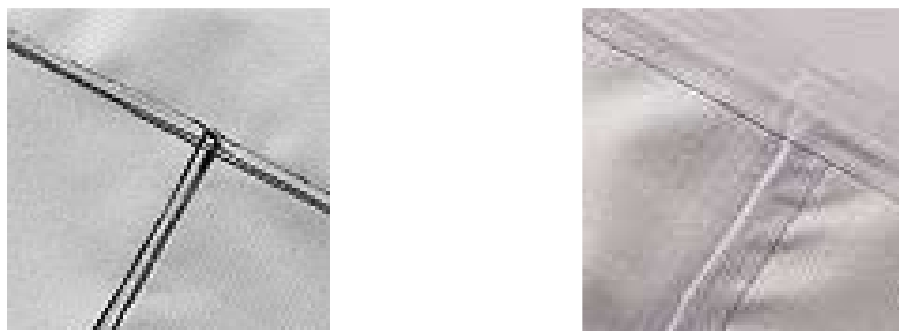
K nevýhodám nekonvenčně zpracovávaným spojům, patří zejména:

- vysoké náklady na technologii,
- časová náročnost[21],[45].

1.3.4 Přelepení spojů termoplastickou páskou

Pro zajištění pevnosti a nepromokavosti spojů vytvořených konvenční nebo nekonvenční metodou je třeba provést jejich přelepení pomocí termoplastické pásky, viz obrázek 9. Přelepení se rovněž řadí k nekonvenčním způsobům spojování. Aplikaci termoplastické pásky je možné provést z lící nebo rubní strany. Spoj přelepený páskou má pevnost vyšší než vlastní materiál, z něhož je vytvořen[19].

Podmínkou podlepování je, že termoplastická páska je tavitelná a svařovaný materiál je v oblasti spoje čistý, zbavený všech nežádoucích příměsí [46].



Obrázek 9: Šev před a po zajištění podlepovací pásky [20]

Přelepování je prováděno již tradičně na horkovzdušných svařovacích strojích, kdy termoplastická páska je namotaná na cívce lepící stranou vně a přiváděna k materiálu. Materiál spolu s páskou při zpracovávání prochází dvojicí válců, viz obrázek 10, z nichž vrchní válec je přítlačný. Dojde ke spojení pásky a materiálu, viz obrázek 11. Podle požadované hodnoty je páska stříhána automaticky za pomoci střihače s odděleným motorem a přítlačnou kladkou.

Jedná se o kontinuální způsob svařování, při kterém dochází k natavování termoplastického materiálu pomocí horkého vzduchu dopravovaného tryskou. Jde o svařování exotermické, při kterém se části švu ohřejí zdrojem tepla na požadovanou teplotu, kterou se docílí natavení materiálu. Teplo, je v tomto případě přiváděno ke svařovanému spoji z vnější strany, tedy působení vyhřívaných elementů. Materiál se vloží mezi tyto elementy a poté co dojde k nahřátí, materiály jsou k sobě přitlačovány příslušnými prvky. Působením přítlaču dojde ke spojení. Po vychladnutí vznikne pevný spoj, který si zachovává původní fyzikální vlastnosti spojovaného materiálu.

Pro dosažení kvalitního spoje u exotermického svařování je velmi důležité nastavení množství přiváděného tepla ke svařovanému místu. Malým množstvím nebo překročením správného množství tepla vznikne nekvalitní spoj s malou pevností. Při překročení teploty navíc dojde k poškození materiálu. K vyhřívání svářecích elementů může docházet nepřetržitě nebo krátkodobě. U trvalého způsobu dochází k vyhřívání za pomoci odporových článků. Při tomto typu svařování je nutné přesně nastavit teplotu a dobu sváření. Krátkodobé vyhřívání je docíleno průchodem elektrického proudu v přesně stanoveném časovém intervalu přes odporový drát umístěný uvnitř elementu. Teplo je pak vyjádřeno vztahem:

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t \text{ [J]}$$

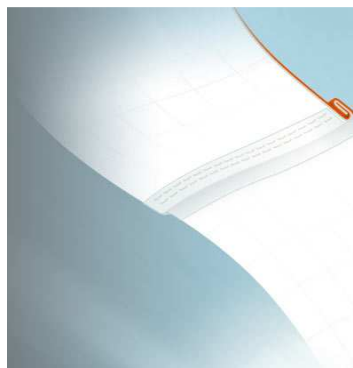
kde **R** - odpor vodiče [Ω], **I** – proud [A], **t** – čas [s].

U kontinuálního svařování je žádoucí místo doby sváření nastavit rychlost posuvu svařovaných materiálů [9].

K aplikaci pásky na spoj je možné použít i ultrazvukové stroje [26].



Obrázek 10: Podlepování šitého švu pomocí horkovzdušného svařovacího zařízení[20]



Obrázek 11: Podlepení rubové strany švu termoplastickou páskou [56]

Termoplastická páska určená k přelepování švů

Každý druh materiálu vyžaduje použití speciální termoplastické pásky. Podmínkou používání těchto pásek je, že musí být tavitelné. Pásky určené k zakrytí švů, viz obrázek 12, jsou složeny nejčastěji ze dvou nebo tří vrstev. Někteří výrobci dodávají i čtyř- nebo pětivrstvé pásky. Jednu z vrstev tvoří vždy adhezni film, který umožňuje mezi páskou a vrchovým materiálem vytvořit vazbu [27]. Další část pásky je tvořena vrstvou nosnou. Dvouvrstvé pásky se navíc skládají ještě z papírového nosiče, který se odstraňuje ihned po aplikaci. S tímto nosičem se u třívrstvých polepovacích pásek nesetkáme, ale na rozdíl od dvouvrstvých obsahují vrstvu, která dodává textilní vzhled. Je shodná s jednou ze stran materiálu, čímž zlepšuje estetickou hodnotu oděvu a zajišťuje neviditelnost švu. Šíře pásky se standardně pohybuje okolo 20 – 22 mm. Podlelepováním se kromě zvýšení pevnosti a zabránění pronikání vlhkosti v místě švu docílí navíc i mírné zvýšení hmotnosti a snížení prodyšnosti v okolí švu [26]. Pro eliminaci těchto vlastností se používá nejčastěji u třívrstvých materiálů páska o šíři 13mm [20].



Dekorační typ
přelepovací pásky



Reflexní typ
pásky



Páska určená k podlepení
z rubní strany švu

Obrázek 12: Různé typy přelepovacích pásek [30]

1.3.5 Mechanismus působení polepovacích faktorů






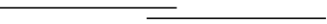
Adheze je spojení dvou různých povrchů působením přitažlivých sil. Toho se využívá při přelepování švů termoplastickou páskou. K jejímu vyvolání je zapotřebí uvést adheziva do kapalného stavu. U termoplastických pojiv je nejrozšířenějším způsobem, jak dosáhnout jejich tavení, právě působením určité teploty. Jeho roztavením se sníží kohezní energie pojiva a zlepší se jeho roztíratelnost. Za působení zvýšeného mechanického napětí vlivem tlaku dojde ke smočení povrchu materiálu v místě podlepovaného švu. Tavenina se dostatečně přiblíží k povrchu materiálu a vytvoří s ním spojení pomocí fyzikálních sil. Důležitá je i spoluúčast času působení teploty a tlaku. Za jejich současného působení je lepidlu dodáno dostatečné množství energie pro adhezi. Po následném ochlazení se zvýší koheze pojiva na původní hodnotu. Soustava nabude požadovaných mechanicko-fyzikálních vlastností [28].

1.3.6 Analýza nejčastěji používaných typů švů

Obecně slouží šev jako spojovací prvek stříhových součástí výrobku, napomáhá mu dát trojrozměrný tvar a působí jako zdobící prvek. Požadavky kladené na vlastnosti se odvíjí od toho, jaké poslání má konkrétní šev na výrobku. Hlavním úkolem spoju např. u oděvních výrobků je zajištění funkčnosti oděvu se současným zajištěním estetických vlastností. K často používaným typům spoju, které se vyskytují na výrobcích, patří především švy hřbetové třídy 1.00.00 a přeplátované třídy 2.00.00 podle normy ISO 4916.

Přehled nejčastěji používaných spoju pro výrobky určené ke sportovním účelům jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Přehled nejčastěji vyskytujících se typů spojů na výrobcích určených pro sportovní účely

<i>Technologie spojování</i>	<i>Nákres</i>	
	<i>Třída švu</i>	
	<i>Jednoduchý hřbetový 1.01.01</i>	<i>Přeplátovaný 2.02.02</i>
<i>Šité</i>		
<i>Lepené</i>	<i>x</i>	
<i>Ultrazvukově svařované</i>		
<i>Vysokofrekvenčně svařované</i>	<i>x</i>	

1.4 Strojové zařízení používané pro tvorbu podlepených švů

Pro tvorbu podlepeného spoje, jak bylo zmíněno výše, je možné použít více technologických postupů. K vytvoření konvenčně zpracovaného švu je zapotřebí průmyslového šicího stroje jednojehlového nebo dvoujehlového s vázaným typem stehu a s nožem pro ořez švových záložek, viz obrázek 13. K technickým specifikacím těchto strojů patří maximální otáčky, nastavitelná délka stehu, způsob podávání materiálu, jehelní systém aj. [18].

Na trhu je těchto strojů nabízeno nepřeberné množství typů a značek. K nejznámějším světovým výrobcům šicích strojů patří například Singer, Minerva, Juki, Pfaff atd.



Obrázek 13: Rychloběžný průmyslový šicí stroj Juki [18]

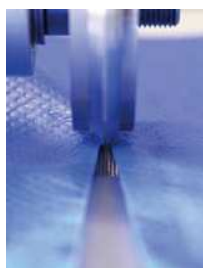
Při nekonvenčním zpracovávání švu pomocí ultrazvukovým svařováním se používají svařovací ultrazvukové stroje, viz obrázek 14 a obrázek 15. Tyto stroje využívají ultrazvukové energie ke spojení materiálu. Tento způsob svařování se klasifikuje jako rotační svařování, při kterém dochází ke svaření materiálu průchodem stříhových součástí mezi zdrojem ultrazvukových vibrací a pevnou oporou. Jedná se o kontinuální proces svařování. V místě sváru je navíc materiál sevřen určitou přítlačnou silou. Ultrazvukové vibrace po určité době působení způsobí roztavení termoplastického materiálu a ten proteče mezi spojované součásti. Následným vychladnutím je vytvořen pevný spoj [9]. Ultrazvukový svařovací stroj se skládá z rotační kruhové sonotrody umístěné na vrcholu ramene a z točitého titanového kolečka umístěném ve spodním rámu. Kolečka jsou snadno vyměnitelná a lze je používat s různými motivy pro docílení zdobícího efektu na švu, viz obrázek 16 a 17. K technickým specifikacím svařovacího stroje patří: svařovací rychlost, pracovní frekvence (výkon), tlak a šíře švu[9]. Tyto stroje existují i ve variantě, kdy svařují a současně ořezávají okraje švových záložek.



Obrázek 14: Ultrazvukový svařovací stroj s kruhovou sonotrodou značky PFAFF 8310 [16]



Obrázek 15: Varianty strojů pro ultrazvukové svařování [27]



Obrázek 16: Titanové kolečko Clean and Precise napodobující stroj s ořezem [17]



Obrázek 17: Titanové kolečko napodobující dvoujehlový stroj [17]

Rotační typ svařování představují i horkovzdušné podlepovací stroje určené k aplikaci termoplastické pásky na šev, viz obrázek 18 [16]. Během podlepování prochází materiál dvojicí válců, z nichž vrchní je přítlačný. Natavení materiálu umožňuje horký vzduch dopravovaný k materiálu tryskou s vodící kladkou. Teplo z válců působí přes materiál a nataví pásku, čímž vznikne permanentní pojení.

K technickým specifikacím stroje patří teplota [$^{\circ}\text{C}$], rychlost svařování [m/min], výhřevnost [kW], šířka pásky [mm], [9].

Významní dodavatelé horkovzdušné svařovací techniky na světovém trhu jsou italský výrobce Framis, německá společnost Pfaff, Miller Weldmaster aj.



Obrázek 18: Horkovzdušný podlepovací stroj pro podlepování švů značky PFAFF 8303 [18]

Zařízení pro vysokofrekvenční svařování, viz obrázek 19, se skládá z vysokofrekvenčního generátoru, který funguje jako zdroj vysokofrekvenční energie, dále z mechanické části, která je zdrojem pohybu elektrod a svařovaného materiálu a v poslední řadě ze svařovací vrchní a spodní elektrody. Pro oděvní účely, nebo k výrobě stanů apod. se používají stroje kontinuální, které mají podobnou konstrukci jako stroje šicí. Avšak místo šicího ústrojí je stroj opatřen dvěma proti sobě stojícími

otočnými kotouči, které slouží jako elektrody a nahrazují jehlu, patku, podavač šicího stroje. Horní kotouč je odpružen a uzemněn. Spodní kotouč bývá větší a izolačně uchycen. Mezi těmito kotouči prochází materiál a pod určitým tlakem dojde ke svaření v řadě bodů. Kotouče jsou poháněny motorem o stejné obvodové rychlosti. Tím nedojde k vrásnění spoje. Technické specifikace: svařovací rychlost[m/min]. K nejznámějším výrobcům patří firmy Pfaff, Adler, Electric, Seiwa, Jaguar [9], [8].



Obrázek 19 : Vysokofrekvenční svařovací stroj [27]

K tepelnému spojování je vhodné použít zařízení k účelu: lepení v ploše, nebo kontinuálnímu lepení [36]. Zařízení pro lepení v ploše se skládají ze spodní lisovací plochy a horního přitlačného ramene, viz obrázek 20. Spojovaný materiál se vkládá na spodní plochu a vrchní přitlačná plocha umožní vyhřívání a spojení. Technickými parametry jsou velikost fixační plochy, teplota, tlak, časovač [22]. Stroje pro kontinuální lepení mají největší význam a uplatnění při výrobě oděvů, u kterých je předpokladem nepropustnost vody a plynů.



LHP-W708
kontinuální typ
stroje



LHP-HSC0902
vertikální typ stroje



LHP-HSC0303
horizontální typ
stroje

Obrázek 20: Několik variant svařovacích strojů pro výrobu lepených spojů [27]

1.5 Typy materiálů používaných k výrobě produktů s podlepenými švy

Pro sportovní a jiné účely se používají výrobky zhotovené z vysocefunkčních textilií. Charakter funkčních textilií je získán kombinací několika funkčních vlastností. Na materiály jsou kladeny vysoké požadavky v plnění jejich speciálního charakteru. Hlavní funkcí je chránit tělo před působením vnějšího prostředí a zároveň zajistit komfort při nošení. Další podstatnou vlastností využívanou při nošení je plošná hmotnost materiálů, která by měla být nízká [4]. Materiály, které splňují výše zmíněné požadavky, se dělí do dvou kategorií. Jedněmi jsou textilie povrstvené a druhým typem jsou materiály s membránou. Zhotovují se různými technologiemi výroby. Volba materiálu k výrobě produktu je ovlivněna účelem, pro který je výrobek určen [15].

1.5.1 Povrstvené textilie

Povrstvené materiály vznikají nanesením vhodné hmoty na vnější stranu textilie. Hmoty se na povrch textilie aplikují v různých silných vrstvách. Zátěrem se povrch textilie stává hrubším, snižuje prodyšnost a zvyšuje hmotnost, brání v prostupu vody z vnějšího prostředí, dobrý odvod vlhkosti, porézní struktura poskytuje dobrou tepelnou izolaci a vytváří trvalou impregnaci. K nejběžněji používaným typům nosných textilií patří textilie složené z polyamidu, polyesteru nebo polyethylénu, polypropylenu a jako impregnační prostředky se používají zátěry na bázi polyuretanu, silikonu, akrylu, PVC (polyvinylchloridu) apod.

Povrstvené textilie dělíme na prodyšné a neprodyšné. Pro výše zmíněné účely se využívají prodyšné typy povrstvených textilií, které dále rozdělujeme na hydrofilní, hydrofobní a mikroporézní.

Nevýhodou těchto textilií je náchylnost k poškození povrchu. Cenově jsou tyto materiály dostupnější oproti textiliím s membránou [12], [13].

- **Hydrofobní povrstvení**

Hydrofobní film nanesený na povrch textilie díky své elasticitě a uzavřenému uspořádání molekul snižuje její smáčivost a textilie se stává vodoodpudivou. Povrstvení textilie není dlouhodobě odolné. Příčinou porušení zátěru může být mechanické namáhání a časem se vypírá. Na povrch se aplikují filmy z perfluoralkanů jejichž

výhodou je, že po každém praní a následným žehlení při 180 °C se vrací jeho schopnosti do původního stavu[13].

- **Hydrofilní povrstvení**

Hydrofilní zátěry jsou na bázi modifikovaného PU pomocí polyvinylalkoholu nebo polyoxidu. Modifikace PU umožňuje reakci s vodními parami a umožňuje jejich difúzi. Vrstva obsahuje hydrofilní a hydrofobní komponenty, které jsou v rovnováze a tím je zajištěna nepromokavost, ale i dostatečná propustnost pro vodní páry. Povrstvením se povrch textilie stává pružnější, trvanlivější, dobře odolná proti poškození při praní aj., [13].

- **Mikroporézní povrstvení**

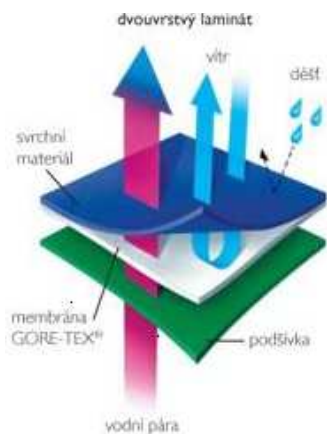
Na vnější stranu textilie je aplikována polyuretanová zátěrová hmota. Během nanášení dochází k uvolňování CO₂ a tím dochází ke změně naneseného filmu v houbovitou pórovitou strukturu s póry o velikosti 0,2 – 0,3 μm. Polyuretanový film se vyznačuje vysokou pružností, proto je textilie schopna dobře odolávat mechanickému namáhání. Pro vyšší výkonnost textilie mohou být vrstvy nanášeny postupně i vícekrát [13].

1.5.2 Textilie s membránou

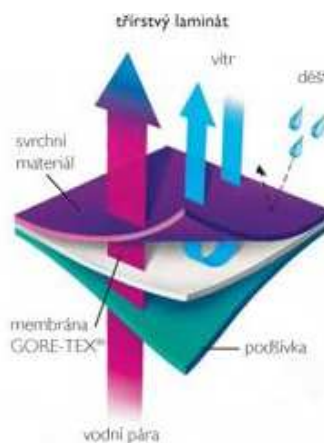
Membrána je tenká vrstva polymerního materiálu (nejčastěji PU, PTFE) vyráběná jako fólie o tloušťce 0,2 μm, která umožňuje průchod vodních par a zabraňuje průchodu vody. Existuje ve dvou typech provedení. Prvním typem jsou mikroporézní a druhým jsou neporézní membrány. Zpracovat ji samostatně je velmi obtížné. Z tohoto důvodu se často pojí pomocí pojiva s jinou plošnou textilií (vrchní textilií, podšívkou). V takových případech se jedná o lamináty. Nalaminovaná textilie obecně získává schopnost nepropouštět vody z okolního prostředí se schopností propouštět vodní páry od organismu, vysokou odolnost proti mechanickému poškození. Navíc svrchní vrstva laminátu je opatřena impregnací, která zajistí vyšší odolnost proti vodě. Podle konstrukce, tedy způsobu spojení membrány s vrchovým nebo podšívkovým materiálem je dělíme na dvouvrstvé nebo třívrstvé lamináty. Dvouvrstvé lamináty jsou složeny z membrány a vrchové tkaniny a podšívkou je ponechána volně, viz obrázek 21. Vyznačují se vyšší prodyšností, jsou levnější. Třívrstvé lamináty tvoří vrchový materiál,

membrána a podšívka, viz obrázek 22. K jejím výhodám patří dobrá mechanická odolnost, vysoká ochrana membrány, dlouhá životnost na úkor vysoké ceny[12].

Textilie mezi něž se laminuje membrána jsou materiálového složení: 100% polyamid, 100% polyester. Často v kombinaci.



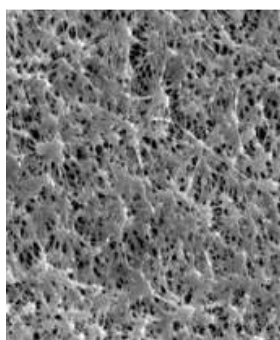
Obrázek 21: Struktura dvouvrstvého laminátu značky GORE-TEX [52]



Obrázek 22: Struktura třívrstvého laminátu značky GORE-TEX [52]

- **Mikroporézní membrány**

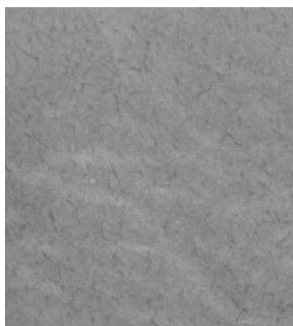
Mikroporézní membrány obsahují na jednom čtverečním centimetru přes 1,4 miliardy mikroskopických pórů. Velikost pórů se pohybuje od 0,1 μm – 0,3 μm . Póry membrány jsou přibližně 20 000 krát menší než kapka vody a přitom 700krát větší než molekula vodní páry, viz obrázek 23. Voda v kapalném stavu membránou do oděvu nemůže proniknout, kdežto v plynném stavu může procházet snadno. Rozmístění pórů je uspořádáno chaoticky a mají lomené dráhy, čímž se zajišťuje odolnost proti větru. Nevýhodou představuje zanášení pórů např. tukovými a prachovými částicemi, pracími prostředky apod. Tento typ membrány používají společnosti Gore-Tex, Windstopper, Dermizax apod[13].



Obrázek 23: Mikroskopický pohled na mikroporézní membrána [53]

- **Neporézní membrány**

Jedná se o bezporézní homogenní povlak, který nemá žádné otvory, viz. obrázek 24. Struktura membrány je složena z hydrofilních a hydrofobních zón. Hydrofilní zóny (polyéter) propouští molekuly vodních par, hydrofobní zóny tvoří bariéru kapkám vody. K přenosu vlhkosti dochází za pomoci chemicko – fyzikálního procesu. Zkondenzovaná voda z vnitřní strany je absorbována do materiálu a na určitou dobu se stává jeho součástí a dále je transportována na povrch [13]. V porovnání s membránou mikroporézní umožňuje snadnější údržbu, protože nedochází k zanášení pórů. Tyto membrány používají značky Sympatex, Gelanots aj.



Obrázek 24: Mikroskopický pohled na neprodyšnou membránu [53]

1.6 Typy výrobků zpracovaných technologií podlepených švů

S technologií podlepených švů se můžeme setkat u výrobků určených pro některá prostředí, profese, či pro sport apod. Jedná se vlastně o výrobky, které mají chránit lidský organismus. Do této skupiny produktů lze zařadit výrobky jako pracovní oděvy, ochranné obleky a kombinézy viz obrázek 25 a obrázek 26, dále vojenské oděvy, výrobky pro outdoor apod. Ve většině případů se jedná o výrobky pro horní a spodní část těla zhotovených z výše uvedených materiálů, tedy laminátů nebo textilií s povrstvením. S podlepenými švy se můžeme setkat i u výrobků typu: stany, spacáky, boty viz obrázek 27, atd.

U šitých stanů se nemusíme vždy setkat s použitím termoplastické pásky k přelepení švů. Je to dáno druhem spojovacího elementu, tedy šicí nití. Pakli - že je použita v hydrofobní úpravě, podle výrobce není již nutné provádět operaci podlepování. Jedním z důvodů je, že aplikace pásky navyšuje cenu výrobku a druhou,

že je to zbytečné, neboť nitě použité v této úpravě podle výrobce dostatečně zabezpečují nepromokavost.



Obrázek 25: Ochranná jednorázová kombinéza s přelepenými švy [50]



Obrázek 26: oděv do deště s podlepenými švy[50]



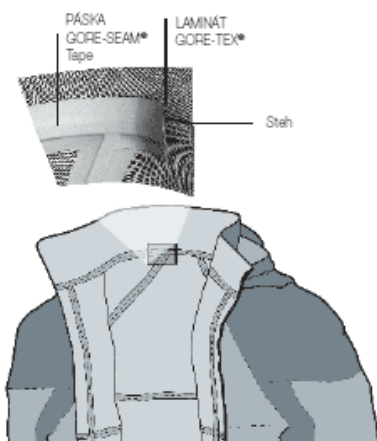
Obrázek 27: Lepicí páska aplikovaná na botě[26]

Obecně bývají výrobky přelepeny ve všech místech, kde dochází ke spojení stříhových dílů pro dosažení 100% nepromokavosti v oblasti spoje. Přelepení může být z lícové strany nebo ze strany rubní. Místa a způsob přelepení je ovlivněno typem výrobku a stříhovým řešením a použitou spojovacími technologiemi. Nejčastější použitou technologií pro spojení stříhových součástí stále zůstává klasické šití (podlepení z rubové strany švu). Nekonvenční zpracování spoju se řadí spíše k doplňkové technologii a tyto švy bývají často přelepeny právě z lícní stany výrobku.

Aplikaci pásky z lícní i rubní strany můžeme očekávat u oděvních výrobků pro sportovní účely. Design, stříhové řešení těchto oděvů a vhodné technologické postupy pro jejich zpracování je podle Václava Novotného ze společnosti DirectAlpine a.s.: „časově náročná práce. Samotný vývoj modelu, kde je taková technologie použita zabere i s testováním cca 10 měsíců, kdy se nejprve vybere vrchový materiál, odšije se prototyp, na kterém probíhá modeláž. Následně se výrobní podklady odešlou do zahraničí a přesně se definuje použitá technologie (kombinace materiálů, definice

švů, kde se použije jaká technologie). Formou výměny a schvalování vzorků se dojde k finálnímu prototypu. Na základě tohoto prototypu se odšívá řada tzv. *salesmansamples* (prodejních vzorků), které společnosti rozesílají svým obchodním partnerům a distributorům. Na základě těchto prezentací poté proběhnou objednávky [32].“

Jak již bylo zmíněno výše s podlepenými spoji se můžeme setkat u svrchních oděvů, tedy bund a kalhot. Při zpracovávání bundy se pro dosažení maximální voděodolnosti přelepují švy nejen z rubní strany, viz obrázek 28, ale rovněž i ze strany lícové, viz obrázek 29. Podlepení švů z rubu se nejčastěji vyskytuje např. v oblasti bočních, členících švů, v oblasti průkrčníku, všití zdrhovadla apod. Laminace pásky z vnější pohledové strany se uplatňuje u spojů tvořených nekonvenční technologií spojování (např. lepením) a výrobku dodává na zajímavosti [1].



Obrázek.28: Pohled na zpracování bundy z vnější strany [20]



Obrázek 29: Bunda s laminovanými pásky z lícové strany v oblasti zpracování klínových rukávů do průramků, kapuce a rukávů v oblasti loktů [1]

U kalhot se podlepení provádí obdobně. Z větší části se švy podlepují z rubní strany. Přelepování krycí páskou z vnější pohledové strany se provádí např. v oblasti bočních švů, kolenních odševků, zadní části kalhot, viz obrázek 30, [1].



Obrázek 30: Kalhoty s podlepenými švy z rubní strany a s přelepenými švy z vnější pohledové strany v oblasti bočních švů, kolenních odševků [1]

1.7 Vlastnosti podlepených spojů

Kvalita podlepeného spoje se odráží od jeho schopnosti plnit v dostatečné míře svou funkci. Hlavní úlohou švu je chránit výrobek před proniknutím vody nebo jiné kapalné látky z okolního prostředí, viz obrázek 31 a obrázek 32. Tzn. zajistit 100% nepromokavosti celého produktu.

K dalším významným vlastnostem patří odolnost vůči mechanickému namáhání, která se projevuje v jeho pevnosti. Podlepením spoje, by mělo dojít ke zvýšení jeho maximální pevnosti jak uvádí studie z Národní univerzity Pusan z katedry textilní techniky v Korei, viz kapitola 1.7.3 .

Všechny tyto vlastnosti jsou závislé na druhu použitého materiálu, vhodně zvolených spojovacích prvcích, na technologii spojování a jejich parametrech.



*Obrázek 31: Šev bez podlepovací
termoplastické pásky[55]*



*Obrázek 32: Šev opatřený z rubní strany
termoplastickou páskou[55]*

1.7.1 Nepromokavost švů

Nepromokavost je závislá na interakci vody s plošnou textilií, ze které je spoj zhotoven. Funkční vlastností švu je zabránit pronikání vody skrz spoj do spodní části oděvu [5]. Schopnost švu se posuzuje nepromokavostí, tedy odolností proti působení tlakové vody. Udává se výškou vodního sloupce uváděné v centimetrech, kterou je materiál schopný udržet [4]. Zkouška je založena na principu protlačování vody skrz vzorek textilie v místě spoje, který je upnut v kruhových čelistech a voda je vháněna ze spodní části vzorku pod trvale rostoucím tlakem. Měřen je tlak registrovaný tlakoměrem, který je šev schopen vydržet, aniž by skrz něj voda pronikla na povrch [5].

Na tomto principu pracují zkušební stanice pro testování nepromokavosti švů, viz obrázek 33. Lze na nich testovat švy podlepené i svařované a jsou dostupné v několika verzích určených pro oděvy a boty [25].



Obrázek 33: Zařízení pro testování nepromokavosti švů [25]

1.7.2 Mechanické vlastnosti švu - pevnost

Mechanické vlastnosti definují odezvu na silové působení. Během užívání oděvů jsou švy i materiál vystaveny účinkům vnějších sil. Působení těchto sil se u hotových výrobků odehrává v oblasti malých deformací. Někdy mohou deformační síly způsobit až destrukci spoje [5].

Charakter švu se odvíjí od vlastností spojovaného materiálu a způsobu namáhání. U konvenčně zpracovaných spojů lze říci, že pevnost švu závisí na šicí nití, druhu a hustotě stehu, typu švu. Pevnost nekonvenčně zpracovaných spojů ovlivňuje typ švu a kvalitní zpracování spoje. Jinak podléhají stejným podmínkám jako textilní materiál, z kterého jsou zpracovány, neboť mají stejný charakter [2].

Spoje jsou při běžném nošení oděvu vystaveny nejčastěji tahovému namáhání. Ukazatelem pro namáhání v tahu je pevnost. Pevnost ve švu souvisí s možností poškození textilie šitím, tehdy může dojít k porušení nití. Dále souvisí s nestabilitou stříhaných krajů stříhových dílů.

Pevnost je odolnost proti působení vnějšího prostředí před mechanickým zatížením. U oděvních výrobků pozorujeme nejčastěji výskyt v příčném směru. Hodnoty příčné pevnosti švu jsou závislé na několika ukazatelích (typu švu, pevnosti materiálu, stehu a šicí nitě). Narušení některé ze složek švu během užívání oděvu, může vést k jeho destrukci. Příčné namáhání švů je namáhání ve směru kolmém na šití švu a způsobuje poškození nití v celé šíři vzorku. Při této zkoušce se hodnotí účinnost švu, jejíž hodnota by se měla pohybovat kolem 80% pevnosti sešíváného materiálu. Jedná se o ukazatel pevnosti při volbě vhodné nitě.

Použije-li se při spojování švy přeplátované, bude zajištěna dostatečná příčná pevnost. Přeplátované švy mají až na některé výjimky o 75% až 100% vyšší pevnost oproti švům hřbetovým, které mají stejné parametry šití jako ty přeplátované [5].

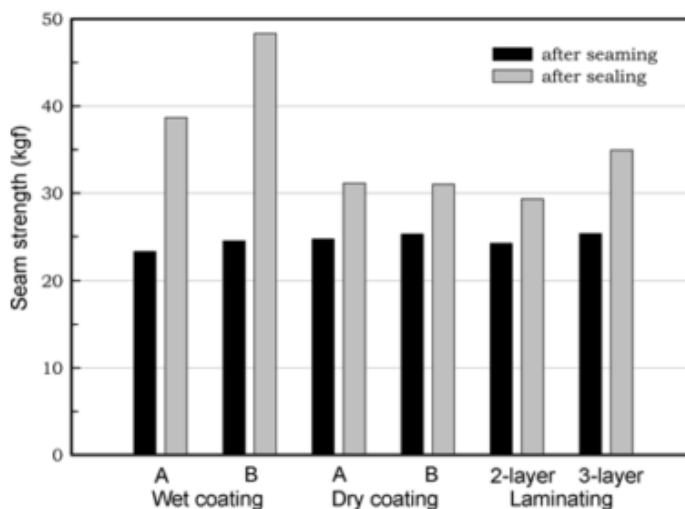
Při používání se ve švu opotřebovává šitý materiál a rovněž šicí nit. Dochází-li ve spoji k většímu oděru než v okolních místech, příčinou je nevhodně zvolený typ švu. Oděr švu se vyskytuje v místech, kde výrazně vystupuje nad linii povrchu oděvu. Nadměrné opotřebení šicí nitě oděrem může mít za příčinu umístění šicí nitě na povrchu švu. Pokles pevnosti může mít za příčinu také vliv povětrnostních vlivů, praní apod.

1.7.3 Studie zabývající se hodnocením estetických a mechanických vlastností podlepených spojů

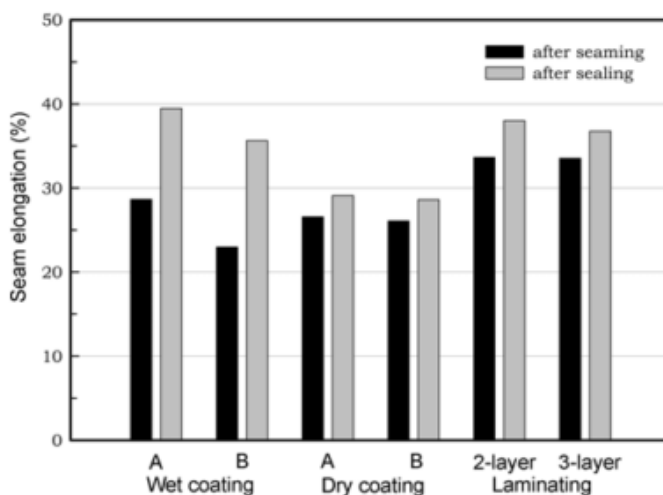
Spojovací proces velmi významně ovlivňuje vzhled a vlastnosti švů na výrobcích zhotovených z materiálů s hydrofóbní úpravou. Studie z Národní univerzity Pusan z katedry textilní techniky v Korei uvádí rozdílné vlastnosti několika druhů prodyšných nepromokavých textilií po procesu šití a následném podlepení švů pomocí termoplastické pásky. Práce byla zaměřena na mechanické a estetické vlastnosti švů zhotovených z materiálů s polyuretanovým zátěrem a PTFE membránou.

Pro experiment bylo celkem použito 22 vzorků materiálů, z nichž textilie se zátěrem byly připraveny povrstvením nosné textilie polyuretanovým nátěrem za sucha i mokra procesem srážení (A) a koagulace (B). Dvou- a třívrstvé lamináty byly složeny z PTFE membrány, vrchové textilie a pletené podšívky spojené pomocí pojiva. Zhotovené jednoduché hřbetové švy se švovou záložkou 10 mm byly šity vázaným stehem při hustotě stehů $4,7 \pm 0,5$ stehů/1cm a šicí jehlou o jemnosti 90 Nm s niklovým povrchem na standardním automatickém šicím stroji při konstantním nastavení stroje. Spojovacím prvkem byla 100% polyesterová šicí nit. Po šití švů následovalo jejich podlepení za podmínek přizpůsobených charakteru materiálů. Z hlediska mechanických charakteristik byla hodnocena pevnost a tažnost švů, která se porovnávala mezi vzorky sešívány a vzorky podlepenými. Měření probíhalo pomocí metody Grab ASTM D 1682 za konstantní rychlosti prodloužení 10mm/min v souladu s ASTM D 1683, kdy se pozoroval i způsob porušení švu. Výsledkem měření bylo zjištění, že pevnost i tažnost spojů je ovlivňována charakterem šicí nitě. Z toho důvody vycházely hodnoty pevnosti u všech typů materiálu stejné, protože se používal jeden typ nitě. Tažnost byla navíc ovlivněna třecími silami působícími mezi šicími nitěmi a spojovaným materiálem.

Tyto síly se u každého materiálu projevovaly odlišným způsobem. Z tohoto důvodu byly výsledky tažnosti spojů odlišné. Podlepení švů podlepovací páskou ve všech případech výrazně zvýšilo pevnost, viz obrázek 34 i tažnost spojů, viz obrázek 35. Poškození švu nastalo s poškozením šicí nitě.



Obrázek 34: Pevnost šitých švů před podlepením a po podlepení termoplastickou páskou[14]



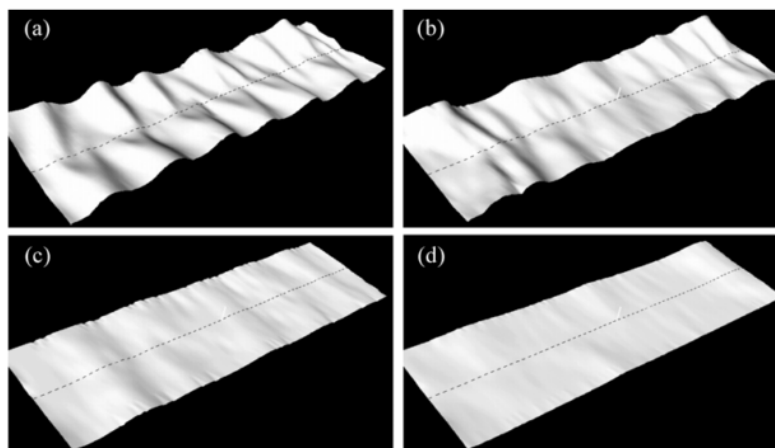
Obrázek 35: Tažnost šitých švů před a po podlepení termoplastickou páskou[14]

Z estetických vlastností se studie zabývala hodnocením vrásnění švů posuzované metodou AATCC v kombinaci s objektivním systémem hodnocení, který využívá převod tvarů zvrásněných švů získaných skenováním pomocí laseru na číselné souřadnice a hodnocení vrásnění prostřednictvím pěti tvarových parametrů, viz obrázek 36. Závěrem je, že čím vyšší je hodnota korelačního koeficientu mezi stupeň AATCC a vlnovou délkou, tím se materiál méně vrásní. Naopak s vyšším korelačním

koeficientem amplitudy a AATCC stupně vykazuje materiál větší vrásnění. Hodnota korelačního koeficientu stupně AATCC a počtu náhodných bodů byl malý a nebyl příliš významný. Příčinou vrásnění švů bylo narušení struktury tkaniny vložením šicí nitě a rozdílným podáváním šitého materiálu. Vyšší stupeň vrásnění byl u spojů šitých z textilií laminovacího typu, viz obrázek 37, [14].

Finishing method	Start amplitude (mm)	End amplitude (mm)	Start wave length (mm)	End wave length (mm)	No. of random point
Wet coating A	4.00	8.19	38.23	79.76	3.13
Wet coating B	4.00	9.42	34.13	53.48	4.94
Dry coating A	4.00	9.79	40.86	76.02	4.39
Dry coating B	4.00	8.25	33.93	56.48	3.00
2 Layer laminating	3.76	7.22	45.40	95.65	2.97
3 Layer laminating	3.39	5.35	57.69	104.93	2.62

Obrázek 36: Tabulka s průměrnými hodnotami tvarových parametrů u různých typech nepromokavých textilií[14]



(a) – mokrý zátěr typu B

(b) – suchý zátěr typu B

(c) – dvouvrstvý laminát

(d) – třívrstvý laminát

Obrázek 37: Rekonstruované trojrozměrné modely švů různých nepromokavých materiálů[14]

Mechanické vlastnosti textilií jsou podle studie z fakulty Textilní vědy a techniky univerzity Shinshu v Japonsku výrazně změněny po aplikaci prodyšné

nepromokavé úpravy, procesem šití a následným podlepením. Tato práce se zabývala zkoumáním vlivu tahových a smykových sil působících na textilii před a po aplikaci konečné úpravy, po šití a podlepení spoje, které jako deformační síly vznikají pohybem lidského těla při běžném nošení oděvu. Tahové vlastnosti byly vyjádřeny pomocí linearty LT, deformační energií WT, pružnosti RT a roztažností EM. Smykové charakteristiky byly získány prostřednictvím tuhosti ve smyku G, smykové hystereze při smykovém úhlu $0,5^\circ$ 2H a smykovém úhlu 5° 2HG5. Pro experiment bylo použito 22 vzorků materiálu střižených ve směru osnovy i útku, které byly zpracovány mokrým i suchým způsobem povrstvením, dvou – a třívrstvou laminací. Švy byly zhotovené při konstantním nastavení šicích parametrů na automatickém šicím stroji značky Juki. Šicí podmínky jsou uvedeny v tabulce 2. Natavení podlepovací pásky probíhalo na horkovzdušném svařovacím zařízení. Teplota a rychlost podlepování byly přizpůsobeny vlastnostem zpracovávaného materiálu.

Tabulka 2:Šicí podmínky

Technické specifikace tvorby švů	
Typ švu	Jednoduchý hřbetový
Šíře švových záložek	10 mm
Typ stehu	301
Hustota stehu	$4,7 \pm 0,5$ stehů/1cm
Velikost jehly	Nm 90, poniklovaná
Šicí nit	100% polyester, spřádaná 40s/2

Měření mechanických charakteristik bylo prováděno prostřednictvím Kawabata systému hodnocení (KES-FB). Obecným zjištěním je, že tahové vlastnosti švů měřené v kolmém směru vykazovaly po procesu šití a podlepování odlišné tendence než vlastnosti švů podélného směru, viz obrázek 38 a obrázek 39. Poškození švů nastalo s poškozením šicí nitě.

Tensile characteristics	Sample	Perpendicular direction to seam				t-values ^{a)}
		Before finishing	After finishing	After seaming	After sealing	
LT	Wet coating	0.81	0.77	0.63	0.71	-4.90**
	Dry coating	0.78	0.71	0.65	0.74	
	2 layer laminating	0.74	0.68	0.68	0.73	
	3 layer laminating	0.75	0.73	0.63	0.78	
WT (gf · cm/cm ²)	Wet coating	5.42	6.70	10.30	8.55	4.14**
	Dry coating	5.47	7.90	11.80	9.28	
	2 layer laminating	7.88	7.76	12.73	10.03	
	3 layer laminating	8.75	7.31	12.61	8.96	
RT (%)	Wet coating	70.57	74.45	51.92	65.34	-4.02**
	Dry coating	71.41	74.88	53.73	61.82	
	2 layer laminating	65.55	63.01	46.33	57.37	
	3 layer laminating	61.88	67.00	46.75	57.34	
EM2 (%)	Wet coating	3.08	4.11	6.88	5.22	4.40**
	Dry coating	3.10	7.02	7.86	5.44	
	2 layer laminating	4.03	4.18	6.32	4.54	
	3 layer laminating	6.24	4.88	8.61	4.80	

^{a)} the values from t-test between the characteristics of seamed and sealed specimen.

**p < 0.01: significant at 0.01 level.

Obrázek 38: Průměrné hodnoty tahových vlastností pro kolmý směr[33]

Tensile characteristics	Sample	Parallel direction to seam				t-values ^{a)}
		Before finishing	After finishing	After seaming	After sealing	
LT	Wet coating	0.81	0.77	0.78	0.85	1.35
	Dry coating	0.78	0.71	0.79	0.84	
	2 layer laminating	0.74	0.68	0.84	0.83	
	3 layer laminating	0.75	0.73	0.87	0.96	
WT (gf · cm/cm ²)	Wet coating	5.42	6.70	7.34	11.35	-3.45*
	Dry coating	5.47	7.90	10.59	13.36	
	2 layer laminating	7.88	7.76	9.41	14.34	
	3 layer laminating	8.75	7.31	9.23	17.51	
RT (%)	Wet coating	70.57	74.45	63.02	53.67	2.50*
	Dry coating	71.41	74.88	59.06	52.03	
	2 layer laminating	65.55	63.01	53.19	46.30	
	3 layer laminating	61.88	67.00	54.03	42.07	
EM2 (%)	Wet coating	3.08	4.11	4.20	5.64	-2.53*
	Dry coating	3.10	7.02	6.18	7.81	
	2 layer laminating	4.03	4.18	3.76	5.94	
	3 layer laminating	6.24	4.88	4.91	8.41	

^{a)} the values from t-test between the characteristics of seamed and sealed specimen.

*p < 0.05: significant at 0.05 level.

Obrázek 39: Průměrné hodnoty tahových charakteristik pro podélný směr[33]

Výsledkem měření smykových charakteristik je, že hodnoty ve směru osnovy i útku pro materiál se zátěrem i laminací se s procesem šití zvýšily. Naopak rozdíly hodnot se projevily při měření vlastností po utěsnění švů podlepovací páskou. V útkovém směru se smykové charakteristiky u obou typů materiálu snížily a ve směru osnovy vykazovaly zvýšení. Navíc smykové charakteristiky u textilií s nátěrem měly obecně vyšší hodnoty. Příčinou nižších hodnot u laminovaných materiálu bylo poškození laminátu. Došlo k oddělení membrány [33].

2 Trvanlivost podlepených švů

Spotřebitel očekává od daného výrobku plnění funkčních a estetických požadavků po dobu jeho užívání. Tato kritéria se odvíjí od kvality zpracování. Rovněž ale závisí na způsobu namáhání při užívání či možné údržbě. V průběhu času jsou produkty vystaveny řadě vnějších a vnitřních vlivů, které mohou ovlivňovat jejich funkčnost nebo vzhled. Jedná se především o účinky mechanického nebo i chemického charakteru. Namáhání materiálu nastává již při zpracovávání plošné textilie v trojrozměrný útvar. Působí zde mechanické účinky při šití, teploty při svařování. Při samotném užívání je výrobek vystaven mechanickému namáhání, povětrnostním vlivům či údržbě. Všechny výše zmíněné účinky současně ovlivňují jeho trvanlivost.

2.1 Vlivy působící při zpracovávání švů

Charakter spoje je v první řadě do jisté míry určen vlastnostmi použitých materiálů a typem použité technologie výroby. Při konvenčním zpracování švů jsou v průběhu spojovacího procesu nit i plošná textilie vystaveny řadě vlivů, které se mohou negativně odrazit na výsledné jakosti výrobku. Zpracovávané textilie ovlivňují svou vazbou, konečnou úpravou, tloušťkou, dostavou apod. Při zpracování šitím dochází ke změně vlastností textilního materiálu v místě spojování. Šitím se naruší struktura materiálu. Změny tvaru zpracovávaného materiálu vyvolávají deformace. Účinek deformace závisí na velikosti zatěžujících sil, směru namáhání, rychlosti a době trvání. Ve švu navíc působí třecí síly mezi šicími nitěmi a materiálem. Šicí nit je důležitou součástí výrobku a do určité míry na ní závisí vlastnosti švu. Při spojování je vystavena mechanickému, termickému a rázovému namáhání, které se navíc navzájem kombinují, a tím se zvyšuje jejich účinek. Mechanické namáhání představuje působení ohybu, oděru a tahu na šicí nit. Rázovému namáhání je nit vystavena při dotahování stehu, konkrétně dvounitného vázaného. V průběhu šicího procesu dochází také k největšímu namáhání třením nitě v oušku jehly. V tomto případě se jedná o termické působení. Nepostradatelnými vlastnostmi nitě je tedy dobrá pevnost v tahu, pevnost v kličce a odolnost v oděru [34],[44].

Při nekonvenčních technologiích spojování je materiál v oblasti švu vystaven termickému namáhání. Výška teploty musí být zvolena s ohledem ke zpracovávanému

materiálu. Tedy tak, aby nedocházelo k poškození materiálu. Naopak, při nízké teplotě nemusí dojít ke správnému spojení stříhových součástí a vytvořený šev nebude pevný [8], [46].

K významným vlivům působícím při zpracování patří neodmyslitelně i strojní zařízení a obsluha. Kvalita odváděné práce souvisí s kvalifikací, proškolením a do určité míry i s psychickým rozpoložením obsluhy. U strojního zařízení je pro kvalitní zpracování rozhodující správné nastavení stroje.

2.2 Vlivy působící při používání výrobků

Kvalitu spojů lze určit teprve po jejich zhotovení a užívání. Během používání produktů jsou švy a jejich komponenty vystaveny neustálému působení různých vlivů, zejména vnějších. Tyto faktory více či méně ovlivňují jejich životnost.

U oděvních produktů se jedná nejvíce o namáhání ze strany organismu. Lidské tělo příčinou pohybu vyvolává deformaci jednotlivých částí oděvu. Namáhání může způsobit rozrušení spojů. Velikost deformačních sil působících na šev se odvíjí od druhu činnosti a způsobu vykonávaného pohybu [33].

Používáním se mohou časem objevit i skryté vady, které nebyly patrné ihned po zhotovení. Příčinu jejich vzniku je potom třeba hledat v technologii spojování.

Změny charakteru spojů mohou nastat i následkem degradačních procesů, které jsou vyvolány působením vnějšího prostředí a jimž podléhá každý materiál. Vlivy vnějšího prostředí působí na předměty vždy z povrchu a nejčastěji z jedné strany. Během působení tak dochází ke vzniku teplotních a koncentračních gradientů. Změny materiálu nastávají nejprve z povrchové vrstvy a poté následují změny ve větších hloubkách.

Údržbu může rovněž zařadit k dalším činitelům ovlivňujících trvanlivost spojů. Ta představuje odstraňování nečistot praním nebo profesionálním čištěním. Při zmíněných způsobech údržby je materiál vystaven účinkům chemikálií obsažených v pracích a čistících prostředcích. K běžným způsobům odstraňování nečistot patří kombinování mechanických a chemických vlivů [33], [35].

2.2.1 Deformace vyvolané lidským tělem

Pohyb lidského těla se na oděvním výrobku projevuje silovým namáháním. Silové účinky způsobují rovinnou nebo častěji se vyskytující prostorovou deformaci a mohou

vyvolat rozrušení spojů. Tato situace může nastat při všech typech namáhání. Jedná se o tahové, ohybové, smykové a tlakové [42].

Působení tahových sil, které by způsobily okamžité porušení oděvního výrobku, se prakticky nevyskytuje. Účinek se projevuje daleko častěji únavou materiálu, která vzniká opakovaným namáháním těchto sil. Výsledkem jsou změny hodnot pevnosti a tažnosti materiálů, které mohou vést od nízkých hodnot deformací až ke vzniku viditelného porušení materiálů. Deformace způsobené tahovou silou se vyskytují při jednoosém nebo dvouosém (biaxiálním) zatížení. Hodnocení tahové síly se provádí pomocí pevnosti a tažnosti [44], [43].

Namáhání ohybem je jednou z hlavních forem deformace. Tento typ deformace lze u textilií charakterizovat pomocí tuhosti v ohybu. Jedná se o fyzikální veličinu, kterou plošná textilie vyjadřuje odolnost vůči ohýbání působením vnější silou nebo vlastní vahou. Tento silový odpor je součtem všech třecích a soudržných sil, které během ohybu vznikají mezi vlákny a nitěmi ve vazných bodech. Časový režim působení těchto sil rozděluje metody zjišťování ohybové tuhosti na statické a dynamické [43].

Jedním z dalších způsobů namáhání vyskytujících se během nošení oděvního výrobku je působení smykového napětí, při kterém se textilie deformuje především zkosením. Působením větší síly může dojít k prostorovému zvlnění textilie, což znamená, že došlo k prostorové deformaci [43].

K příčnému stlačení dochází tehdy, působí-li deformační síly kolmo k ploše textilie. Při působení stlačné síly dochází k deformaci textilie ve směru tloušťky. Ta ovlivňuje její transportní vlastnosti a s deformací se tyto vlastnosti mění [43].

Textilní výrobky jsou během užívání vystaveny rovněž různým abrazivním povrchům. Důsledkem toho dochází ke změnám povrchových vlastností textilií, které vedou ke snížení užitné hodnoty výrobku. K nejagresivnějším způsobům narušení povrchu výrobku patří oděr. Způsobuje odírání jednotlivých vláken, která se ulamují, odpadávají, ucpávají póry textilie, prodírají se vaznými body a textilie se rozpadá [44].

Porušení materiálů v oblasti spojů bude záviset na uspořádání jednotlivých komponent ve švu, jejich pevnostních charakteristik a na tloušťce švu. Pokud oděr způsobí narušení například vazných bodů šicích nití, nejedná se o vadu neodstranitelnou. V případě porušení materiálu, kdy se jedná rovněž o vadu neodstranitelnou, nastane porušení funkčnosti výrobku.

2.2.2 Účinky povětrnostních vlivů

Ve vnějším prostředí jsou výrobky vystaveny účinkům, které ovlivňují charakter textilních materiálů. Jedná se především o účinky slunečního světla a kyslíku, teplota, vody, složení okolní atmosféry, biologických činitelů, větru apod. Jedná se o tzv. povětrnostní faktory, které se podílí na tvorbě klimatických podmínek. Charakter klimatu není konstantní. Jeho proměnlivost závisí na zeměpisných podmínkách a na ročním období. Pouze veličiny jako je světlo a kyslík lze považovat za konstantní, ale jen v tom případě, odmyslíme-li si proměnlivý obsah UV záření ve slunečním světle v různých ročních obdobích a v různé nadmořské výšce. Účinky povětrnostních vlivů způsobují v menší či větší míře změny vlastností materiálů. Změny mohou být povahy chemické a fyzické. Charakter degradačních dějů je rozmanitý, a proto nelze pokaždé jednoznačně stanovit velikost vlivu toho nebo onoho činitele. Podle studií může dle Ing. Ladislava Krčmy „*tentýž podnební činitel vyvolat různé druhy degradačních dějů, přičemž každý z těchto dějů je vyvolán jinou formou kritické velikosti. Kritickou velikostí podnebního činitele je označován v určité skupině materiálů podstatné znehodnocení vlastností nebo funkcí vyvolaných podnebním činitelem [36].*“ Ke změnám vlastností přispívá rovněž i kolísání, přerušování a střídání jejich účinků.

Jednotlivé vlivy nikdy nepůsobí izolovaně, ale kombinovaně. Příkladem může být vliv UV záření společně s kyslíkem, které vyvolávají fotooxidační reakce a spolupůsobení vlhkosti reakce zvyšuje. Fotooxidací vzniknou produkty (funkční skupiny C=O, C=C, -OH a -OOH), které zvyšují absorpci UV záření, a tím se odbourávání polymeru jen urychluje. Teplota ovlivňuje rychlost oxidace, hydrolýzy a difúzi plynů do polymeru. Kolísání teplot způsobuje vnitřní pnutí následkem objemové roztažnosti polymerních látek. Vyšší teploty jsou příčinou migračních procesů změkčovacích přísad, stabilizátorů apod. Působení vody je příčinou vymývání ve vodě rozpustných katalyzátorů a degradačních produktů a tím se zpomaluje korozní reakce. Voda ale může být příčinou bobtnání polymeru, pokud vnikne do jeho struktury a působí zde jako změkčovadlo a může způsobovat hydrolýzu. Ta vznikne u polymerů, které obsahují hydrolyzované skupiny. Tyto skupiny mohou polymery obsahovat už od počátku nebo v něm vzniknou při jeho oxidaci. Vítr může na povrch polymeru unášet pevné částice jako prach, písek nebo led a ty mohou způsobovat jeho erozi. Její vliv se může projevit ztrátou lesku a zdrsněním [3],[36].

• Sluneční záření

Zdrojem slunečního záření je Slunce. Jedná se o elektromagnetické vlnění o spektru vlnových délek, které před vstupem do zemské atmosféry připomíná spektrum absolutně černého tělesa s povrchovou teplotou cca 6000 K. Sluneční spektrum dělíme na tři části a podle toho rozlišujeme tři složky záření. Ultrafialové, viditelné a infračervené.

Z celkového množství sluneční energie vyzážené Sluncem dopadá 47% na zemský povrch, zbylá část energie se pohltí nebo odrazí v atmosféře. Obecně intenzitu slunečního záření ovlivňuje mnoho činitelů, jako je zeměpisná šířka, nadmořská výška, roční období, atmosférické podmínky aj. Dopadající záření vykazuje široký vlnový rozsah [29]. Za nejškodlivější je považována oblast ultrafialového záření, které se pohybuje ve vlnových délkách mezi 50 nm až 400 nm a z celkového množství energie dopadající na zemi zastupuje okolo 6,1%. Jeho intenzita je závislá na ročním období a denním čase. Ultrafialové záření se rozděluje na záření typu A, B a C. Záření typu C se pohybuje v oblasti vlnových délek od 100 do 290 nm. Záření typu B v rozmezí vlnových délek od 290 po 320 nm a záření typu A v oblasti 320 až 400 nm. Ultrafialového záření typu A představuje pro lidský organismus menší riziko naproti účinkům záření typu B nebo C. V rozumném množství je potřebné pro tvorbu vitamínu D, podporu cirkulaci krve a posílení metabolismu apod. Ve větší míře může docházet k degenerativním procesům v kůži a při proniknutí do buněčných jader může způsobit porušení DNA řetězců a způsobit rakovinu. Záření typu B je více nebezpečné, až o 1000x více. Způsobuje záněty kůže, puchýře a úpal. C je typem záření, které je karcinogenní a silně škodí všemu živému. K jeho průniku do atmosféry může dojít pouze za vzniku ozonové díry, protože jinak je absorbováno ozonovou vrstvou ve stratosféře [41].

Viditelné sluneční záření o vlnových délkách od 390 nm do 760 nm vytváří asi 48% energie celkového elektromagnetického slunečního záření před vstupem do atmosféry. Jeho účinky jsou příznivé pro lidský organismus[29], [30].

Infračervená složka slunečního záření má vlnovou délku větší než 760 nm a před vstupem do atmosféry tvoří asi 45% z celkového toku energie slunečního záření. Vnímáme ho jako teplo, kterým nás slunce zahřívá [30].

Obecně má sluneční záření dopad na charakter všech věcí. K tomu se řadí i vliv na textilní vlákna. Všechny typy vláken, ať se jedná o přírodní nebo syntetická,

podléhají destrukčním vlivům slunečního záření. Fotodegradaci způsobuje zejména ultrafialová složka slunečního záření. Degradací reakce probíhá většinou za přítomnosti vzdušného kyslíku, přičemž vzniká celá řada vedlejších oxidačních produktů. K tomuto jevu dochází i v případě, že materiál je umístěn ve vakuu nebo v inertní atmosféře [36].

K destrukci vláken v textilií dojde tehdy, absorbuje-li vlákno takové množství záření, jehož energie bude vyšší než vazebná energie atomových seskupení vyskytujících se v hlavním řetězci vlákna. Například záření o vlnové délce 300 nm, jehož energetická hodnota se pohybuje okolo 377 kJ.mol^{-1} , stačí k přerušení kovalentní vazby $\text{C} - \text{C}$, která má vazebnou energii 335 kJ.mol^{-1} . Energie však nemusí být pokaždé spotřebována ke zničení kovalentní vazby řetězce. V některých případech může být uvolněna v podobě fluorescenčního záření nebo tepla. Jako filtrační prostředek, který je schopen zdržet určitou část UV záření je okenní sklo. Některé druhy syntetických vláken však podléhají destrukci i účinkem tohoto filtrovanému záření. Degradaci vláken mohou zapříčinit i umělé světelné zdroje vyzařující UV záření.

Poškození není u všech textilií stejné. Jelikož i konstrukce nebo dostava po osnově a útku, či počet zákrutů osnovních nebo útkových nití rozhodují o stupni poškození. K degradaci přispívá i vliv barviva textilie. Barviva přímá, kyselá, sirná a kypová či disperzní přispívají k oxidativní degradaci.

Účinky slunečního záření se u syntetických vláken projevují tak, že vlákna podléhají destrukci již při působení záření o krátkých vlnových délkách, jehož hodnota energie převyšuje hodnotu vazebných energií atomových seskupení vyskytujících se v jejich hlavním řetězci. Karbonylová skupina CO funguje u syntetických vláken jako absorbující skupina [36].

Degradacním procesům při působení světla (především jeho ultrafialové části) podléhají polyamidová vlákna tehdy, jsou – li vzorky polyamidových vláken umístěny v inertní atmosféře nebo ve vakuu. Degradace se projevuje žloutnutím, ztrátou pevnosti v tahu a tažnosti. Navíc dochází k poklesu hmotnosti výrobku a vznikají plynné produkty. Působí – li navíc ještě teplo, degradační procesy probíhají mnohem rychleji [19].

Polyesterová vlákna vykazují citlivost pouze na záření o vlnovém rozsahu 300 až 330nm. Jinak na rozdíl od polyamidových mají podstatně větší odolnost proti slunečnímu záření, proto i jejich životnost je delší. Příkladem je: polyesterové vlákno po 2800 hodin ozařování vykazovalo zbytkovou pevnost v rozmezí mezi 30 až 40 %,

naproti tomu polyamidová vlákna se po podstatně kratší době rozpadají. Polyesterová vlákna navíc pod vlivem UV záření silně fluoreskují. Příčina není doposud známa. Existuje názor, že příčinou jsou probíhající degradační procesy vlivem krátkovlnného záření. Ale může to být rovněž moderace dopadajícího UV záření. Jako vedlejší produkty degradačního procesu mohou být kyslíčnick uhelnatý, kyslíčnick uhličitý, methan, ethan, vodík a voda[36].

Polypropylen patří k syntetickým vláknům, které bez vhodné povrchové úpravy podléhají degradační účinkům světla. Podle provedené studie po 4 měsících vlivu slunečního záření došlo k poklesu pevnosti polypropylenové tkaniny z výchozí pevnosti 2 548 N . 5 cm⁻¹ na 512,5 N. 5 cm⁻¹, tzn. na 20% její původní pevnosti [36].

• Kyslík

Degradace textilních vláken způsobené slunečním zářením, jak již bylo zmíněno výše, probíhá během přítomnosti vzdušného kyslíku a vlivů okolní atmosféry. Zahájení oxidace vysvětluje hydroperoxidová teorie, jejímž základem je tvorba hydroperoxidů jako primárních reakčních produktů vzniklých při autooxidaci. Obecně jsou hydroperoxidické sloučeniny obsaženy jako nečistoty ve všech organických látkách, které přicházejí do styku s kyslíkem. Na počátku oxidační reakce se hydroperoxy tvoří v množství odpovídající pohlcenému kyslíku [36].

Oxidační reakce organických látek jsou ovlivňovány buď iniciací přímou fotochemickou nebo fotosensibilizovanou. Fotochemická iniciace je přímá a způsobuje aktivaci oxidační reakce za pomoci fotochemických procesů. Při procesech jsou reakční složky selektivně aktivovány absorpcí světelného kvanta již při nízké teplotě. Aktivovanou molekulou osvětlené látky se tvoří počáteční aktivní radikálová centra a další centra vznikají rozpadem hydroperoxidů. Fotosensibilizovaná iniciace nezpůsobuje u látek změnu absorbovaným světlem. Látka vstupuje do procesu iniciace v excitovaném stavu, při kterém je oxidace substrátu indikována ale v průběhu procesu se cyklicky regeneruje. Senzibilátorem při oxidaci jsou některá barviva a pigmenty.

Oxidaci může vyvolat i ionizační záření. K faktorům, které ovlivňují iniciační stadium mechanismu oxidace sloučenin je nutné uvažovat i o vlivu ozónu. Ozón reaguje s organickými látkami i během nízkých teplot. Jeho reakční produkty se liší od autooxidačních, právě tak jako místo jeho napadení.

Není jasně dáno, zda se ozon účastní reakcí aktivního kyslíku, který se tvoří rozpadem ozonu. ale působí aktivně při rozkladu hydroperoxidů.

Vzhledem k nízké koncentraci atmosférického ozonu probíhají specifické změny substrátů hlavně na povrchu a reakce je navíc selektivně ovlivňována současným působením světla.

Citlivost vláken k oxidačním procesům je ovlivňována charakterem uhlíkatého řetězce.

Kyslík vyvolává u polymerních látek oxidační reakci. Tato reakce probíhá za současného působení UV záření, dále také teploty, mechanického namáhání a katalyzátorů. Všechny zmíněné faktory ovlivňují rychlost oxidačního procesu. Navíc jejich společné působení způsobují vyšší stupeň poškození polymerních látek, než kdyby působili samostatně [36].

Spolupůsobení kyslíku a UV záření vyvolává fotooxidaci, která se současným zahříváním polymeru zvýší rychlost sekundárních reakcí. Výsledkem je vyšší míra poškození. Stejným způsobem ovlivňuje působení kyslíku spolu s vlhkostí. Rychlost oxidace se rovněž zvýší a příčinou je difúze vlhkosti do struktury polymeru, která zvětšuje vzdálenost mezi makromolekulami. Tím je usnadněna difúze kyslíku do polymerní látky i odvod reakčních produktů. Působí-li s oběma faktory navíc ještě UV záření, dochází k výrazné korozi polymeru. V makromolekule polymeru pak zpravidla nastává růst obsahu karbonylových skupin, které fungují jako účinné fotosenzibilátory urychlující fotooxidační procesy. Dalším faktorem, který může urychlovat oxidační reakce je mechanické namáhání v kombinaci s působením kyslíku nebo ozonu. Důsledkem namáhání může vzniknout roztržení chemické vazby mezi atomy polymerního řetězce. Navíc napomáhá reakcím mezi polymery a prostředím. Zahájení reakce se projevuje až po intenzivním namáhání, kdy aktivovaná makromolekula reaguje s kyslíkem, plnivem atd. Z toho důvodu je k oxidační reakci namáhaného polymeru potřeba menší aktivační energie, než je třeba pro oxidaci polymerů bez napětí. Namáhání může být příčinou i porušení celistvosti povrchu [3].

Projevy oxidace polymerních výrobků závisí na daném typu polymeru a podmínkách užívání. K estetickým rysům projevu patří např. žloutnutí až hnědnutí, objevování skvrn, ztráta lesku a vzniku povrchových trhlin. Dále dochází ke ztrátě mechanických vlastností jako např. tažnosti, pevnosti či elektrických vlastností [35].

Oxidační stárnutí u polyamidových vláken se projevuje změnou pevnosti, rozpustnosti, křehnutím a povrchovým žloutnutím. Při degradačním procesu se významně podílejí i přítomné nízkomolekulární nečistoty [36]. Podle studie bylo prokázáno, že k oxidaci dochází na methylenových skupinách sousedících s dusíkem

a amidickými vazby. Průběh oxidace polyamidů má řetězový charakter a probíhá tím způsobem, že dochází k rychlému poklesu molekulové hmotnosti. V další fázi se pokles zpomalí a s postupující oxidací následuje zesíťování a zvýšení podílu nerozpustného polymeru. Dále dochází k charakteristickému žloutnutí oxidovaného polyamidu, které je připisováno hlavně přeměnám na koncových skupinách. Pakliže působí na polyamidová vlákna při oxidaci ještě další činitele vyskytující se za různých povětrnostních podmínek, probíhají takové změny, které i modelově jsou těžko vystižitelné. Praktickou výslednicí těchto komplexních účinků zůstává jediný ukazatel jež je užitková hodnota vyjádřená zbytkovou pevností[36].

U polyesterových vláken není příliš známo o degradaci za přítomnosti kyslíku při spolupůsobení UV záření. Je známo to, že vznikají jednoduché ve vodě rozpustné štěpné produkty. Jedná se zejména o oxidační produkty glykolu a kyseliny tereftalové [36].

• Teplota okolního prostředí

Na degradaci oděvních materiálů se významně podílí i teplota. Teplota okolního prostředí se rozděluje podle zeměpisného klimatického pásma a určuje typ oblečení. Ovlivňuje textilní materiály a to převážně fyzikálním způsobem. Po dlouhodobých účincích tepla dochází k degradaci chemické struktury textilních vláken. Čímž jsou způsobeny poklesy základních vlastností [19].

U polymerů mohou změny vyvolané teplem probíhat formou změny chemické struktury a tepelné destrukce. V tomto případě se jedná o změny ireverzibilní. V přírodním prostředí funguje jako zdroj zahřívání infračervené záření, které zvyšuje teplotu povrchu. Je obsaženo ve slunečním záření. Povrchovou teplotu do jisté míry ovlivňuje odstín objektu a její hodnoty nikdy nepřekročily 100 °C. V Evropě se pohybují maximálně do 65°C, v tropických částech se teploty pohybují do 70 až 90 °C. Případné kolísání teploty způsobuje rozměrové změny, které v důsledku rozdílné objemové roztažnosti způsobují vznik vnitřního pnutí a trhlinek. Kromě toho může vyvolat i změny krystalinity [36], [3]. Teplota navíc pomáhá urychlovat chemické reakce odehrávající se ve struktuře polymerů jako je oxidace, hydrolýza nebo fotooxidační reakce. Ovlivňuje také rychlost difúze kyslíku, ozonu a jiných chemikálií do polymeru. Rovněž urychluje transport změkčovadel, stabilizátorů a jiných složek ze struktury polymeru. Tedy čím je teplota vyšší, tím se chemické reakce zrychlují.

S teplotou okolního prostředí je spjatý i fyzikálně-mechanický charakter polymerních látek. Projev změny pohyblivosti makromolekul v látce, která se projevuje přechodem z vláčného kaučukovitého stavu do křehkého sklovitého stavu, je charakterizován pomocí teploty skelného přechodu T_g . Polymer, který přechází do kaučukovitého stavu, se vlivem malé síly deformuje. Jeho schopnost zachování tvaru pod vlivem deformačních sil se nazývá tvarovou stálostí za tepla, která je popsána modulem pružnosti a je vyšší, čím je větší odpor polymeru proti deformaci. V případě, že se polymer vyskytuje v prostředí s nižší teplotou než je jeho teplota skelného přechodu, stane se křehkým [3].

- **Voda**

Voda je chemická sloučenina, která se v přírodním prostředí vyskytuje ve třech skupenstvích. Může být v podobě sněhu, ledu, dešťové vody, vodní páry apod. Obecně reagují textilní materiály na přítomnost vody různým způsobem. Je to vlivem jejich chemického složení a struktury [3].

Působí-li na polymer nebo na jeho přísady voda, způsobuje změny chemické, fyzikální a mechanické [3].

Její fyzikální účinek je spjatý s bobtnáním, se změnou krystalinity a vyluhováním přísad a plniv. Změna obsahu vlhkosti v polymerních vláknech způsobuje rozměrové změny a dochází k vnitřnímu pnutí, jehož příčinou je vznik trhlin, praskání, růst pórovitosti a zvýšení nasákavosti. Naopak snížení vlhkosti u některých typů polymerů vyvolává reakce vedoucí k uzavření pórů a k omezení sorpce vlhkosti do jeho struktury. Voda navíc přispívá k vyluhování přísad, jako jsou změkčovadla a stabilizátory, což vede ke zhoršení užitných vlastností a jeho stability [3].

Mechanické poškození polymerních látek způsobuje voda v případě, je-li v pevném (kroupy) nebo kapalném (dešťové kapky) skupenství a prudce dopadá na jeho povrch. Další způsob poškození mechanického typu může voda vyvolat při nízkých teplotách, je-li obsažená v povrchových pórech polymeru. Snížení teploty způsobí přechod do pevného skupenství, kdy voda zvětšuje svůj objem. Poškození se projeví vznikem krystalizačního tlaku.

Voda navíc podporuje rozvoj a aktivitu mikroorganismů.

V porovnání s ostatními vlákny jsou polyamidová vlákna 6 a 6,6 schopna za normálních podmínek pohlcovat malé množství vlhkosti. Přibližně 4 až 4,5%. Pevnost za mokra činí 80 až 90 % hodnoty zjišťované za normalizovaných podmínek.

S rostoucí vlhkostí roste i tažnost vláken. Za mokra se tažnost polyamidového vlákna pohybuje mezi 5 až 30%. Polyamid 11 absorbuje méně vody v porovnání s polyamidem 6 nebo 6,6. I při relativní vlhkosti je jeho navlhavost menší. Absorbuje – li polyamid 6 nebo 6,6 za normalizovaných podmínek 4% vody, pak polyamid 11 absorbuje pouze 1,3% [36].

U polyesterových vláken dochází rovněž k malé navlhavosti. Tak malé, že pevnost ani tažnost nejsou ovlivněny. Při relativní vlhkosti 65% a teplotě 20 °C činí vlhkost pouze 0,4%. K mírnému poklesu fyzikálních vlastností vláken dochází jen v případě, že na vlákna působí horká voda či pára a je způsobena hydrolyzou polyesterového polymeru.

Polypropylenová vlákna patří k vláknům, která neabsorbují vodu. Hodnoty tažnosti za sucha i mokra jsou u těchto vláken identické a vlhkost nepůsobí ani na jejich mechanické vlastnosti. Lze konstatovat, že u těchto vláken voda nezpůsobuje nějakou porovnatelnou degradaci.

• Vliv živých organismů

Výrobky zhotovené z textilních vláken jsou během užívání vystaveny kromě účinků povětrnostních vlivů i vlivům mikrobiologickým. Biologičtí činitelé mohou polymerní vlákna poškodit dvěma způsoby a to buď chemicky, nebo mechanicky [36].

Biokoroze, nebo - li chemické poškození je způsobené enzymatickým odbouráváním polymerů nebo kyselou hydrolyzou. Hydrolyza je vyvolána např. pomocí kyseliny jantarové, šťavelové nebo vinné, které vznikají jako produkty metabolismu mikroorganismů. Míra poškození je ovlivněna chemickým složením polymeru. množstvím a složením přísad, teplotou, vlhkostí obsaženou ve vláknech i mírou koroze polymerního materiálu.

Mechanické poškození může vzniknout také vinou kousání hlodavců či hmyzu, ale pouze v případě, že polymer pro ně představuje potravu. To je v případě, jedná-li se o přírodní polymery. Syntetické polymery jsou z jejich strany napadeny pouze v případě, tvoří-li překážku v přístupu k potravě [3].

O napadení polyamidu mikroorganismy panují různé názory. Podle M. Bomara a jiných autorů, jak uvádí Ladislav Krčma není polyamid napadán a naopak podle M.Summera existuje několik druhů bakterií, které polyamid 6 a polyamid 6,6 napadají.

Polyesterová vlákna odolávají mikroorganismům natolik, že po 12 měsících jejich působení nebylo zjištěno narušení vláken [36].

2.2.3 Vliv údržby

Ve většině případů je každý výrobek během užívání podroben údržbě. Způsob údržby se volí podle typu materiálu a stupně znečištění a typu výrobku. Frekvence údržby produktu závisí na jeho používání. Podmínky údržby jsou řízeny symboly údržby, které uvádí výrobce jako doporučené.

Pod pojmem údržba si představíme procesy praní a chemického čištění. Praní patří k jedné z nejobvyklejších a nejdůležitějších činností při údržbě textilií. Účelem praní je odstranit nečistoty, které ulpěly na povrchu textilních vláken. Jedná se o velmi složitý proces, při kterém je produkt vystaven účinkům mechanickým spolu s chemickými vlivy. Pro odstranění nejběžnější se vyskytující nečistot je zapotřebí mechanické síly působící společně s pracími prostředky.

Při praní působí na oděv mechanické vlivy jako tah, tlak, ohyb, odírání apod. V bubnu pracího zařízení mohou tlak a ostatní mechanické síly způsobovat poškození částí oděvu, neboť dochází k otěru výrobků o stěny pracího zařízení a ke tření mezi jednotlivými oděvy. Následkem toho může dojít k otěru textilie nebo nití. Mechanické síly mohou způsobit vypárání špatně zajištěné stehové řady švu. Během tohoto procesu působí na textilní materiály rovněž chemické látky rozpuštěné v prací lázni. Tyto látky při kontaktu s textilií mohou způsobovat nežádoucí změny vlastností produktů. Výsledkem změn může být jeho poškození v oblasti spoje ve smyslu snížení pevnosti, narušení stehové řady aj [10].

Po procesu praní následuje odvodňování, které je založeno na mechanickém způsobu odstraňování vlhkosti z textilního výrobku. Rozlišují se tři základní principy odvodňování, které závisí na mechanismu zařízení. Jedním ze způsobů je odvodňování ždímáním, při němž na textilií působí tlak; odvodňování působením odstředivé síly, tedy odstřed'ováním; anebo odsáváním, kdy na textilií působí rychle proudící médium. Jelikož se jedná o mechanické procesy, mohou rovněž způsobit poškození.

Použití jednotlivých principů odvodňování je závislé na strojním zařízení. Odvodňování je u současných pracích zařízení zahrnuté jako závěrečný proces pracích programů a je možné regulovat jeho intenzitu [11].

Tento popsany způsob údržby i když obecný, se nevztahuje k výrobkům, jako jsou např.: stany, obuv aj. Neboť ošetřování těchto produktů probíhá jiným způsobem (čištění vlažnou vodou či ochranným prostředkem doporučeným výrobcem, nanesením impregnačního prostředku).

• Údržba oděvních výrobků

Smyslem údržby oděvů je zajištění jejich původního vzhledu a vlastností po co nejdelší dobu jejich užívání. U výrobků z funkčních textilií jsou oněmi vlastnostmi z funkčního charakteru voděodolnost a prodyšnost, nebo-li rychlý transport vlhkosti do okolního prostředí. Většina tkanin vnějších vrstev oblečení jsou opatřeny tzv. trvalou vodoodpudivou úpravou označovanou termínem DWR (Derable Water Repellent). Tato úprava vznikne napouštěním vodoodpudivých látek na bázi fluorovaných uhlovodíků nebo polymerů již při výrobě textilie. Impregnační látky obalují vlákna tkaniny a vytváří na jejím povrchu pružný film. Přesto, že je tento způsob impregnace označován jako trvalý, je nutné ji po čase obnovit. Používáním a praním oděvu se impregnace postupně ztrácí. V případě, že není tkanina dostatečně naimpregnovaná, dochází k jejímu rychlému promočení, které u materiálu s membránou nebo zátěrem vede k omezení prodyšnosti a nasákavosti oděvu. Pro zlepšení voděodolnosti výrobků jsou při údržbě používány různé druhy impregnací, které navíc zabraňují ulpívání nečistot na povrchu materiálu. Nečistoty mohou být příčinou snížení prodyšnosti tkaniny a navíc představují živnou půdu pro mikroorganismy, které při dlouhodobém působení mohou způsobit narušení struktury materiálu tkaniny, membrány i zátěru.

Při údržbě outdoorových výrobků je nutné dodržovat pokyny uvedené výrobcem. Některé oděvy je možné prát a následně sušit v bubnové sušičce nebo čistit chemicky.

Ošetření outdoorových výrobků praním se postupuje následovně: v případě, že se na oděvu nachází silně znečištěná místa, je nutné použít koncentrovaný prací prostředek, který bude použit k hlavnímu praní. Při praní celého oděvu je nutné použít speciálního pracího prostředku určeného pro outdoorové oblečení. Tyto prostředky neobsahují čínidla, jako jsou změkčovadla, vůně, antistatika apod., které narušují impregnaci. Proces praní může probíhat ručně nebo v pračce, která zajistí rovnoměrné působení pracího prostředku na oděv. Následně se oděv vymáchá. U oděvů s membránou nebo zátěrem se oděvy nesmí odstřeďovat nebo ždímat. V některých případech je výrobcem dovoleno oděv sušit v sušičce. Některé impregnace se aktivují právě při vyšší teplotě. Obnovit impregnaci lze buď po vyprání, kdy oděv je namočen do impregnační lázně nebo nanesením impregnačních prostředků postřikem. Impregnovat oděv má smysl jen tehdy, je-li čistý. Jinak dojde k překrytí nečistot, které bude těžké odstranit. Impregnace spolu s pracím prostředkem se navzájem podporují v účinku a tím se dosáhne trvalejších výsledků[21].

3 Shrnutí rešerše

Diplomová práce byla zaměřena na trvanlivost podlepovaných spojů. Rešeršní část se zabývala technologiemi používanými při jejich zpracování. Bylo zde poukázáno na výhody a nevýhody jednotlivých způsobů spojování. I přesto, že používání nekonvenční technologií je poměrně rozšířené, stále převládá technologie klasického šití. Podle Václava Novotného ze společnosti Direct Alpine je jedním důvodů fakt, že: *„V ČR a obecně v Evropě je výskyt těchto technologií velmi omezený. Jedním z hlavních důvodů je fakt, že tyto technologie jsou náročné na počáteční investici a vlivem tlaku na nízké ceny z Asie je jejich pořízení nerentabilní. I díky tomuto technologickému problému je nyní celosvětově textilní průmysl v krizi. Před cca 10ti lety se všechna výroba kvůli honbě za zisky přesunula do Asie. Během těchto let se však výroba i na dálném východě zdražila a celkově se změnily obchodní podmínky (minimální počty kusů do výroby atd). Tím pádem přestala být velkovýroba v Asii výhodná a spousta firem hledá nové možnosti a lokality kde vyrábět. Nejvíce v kurzu je momentálně JV Evropa – Bulharsko, Makedonie, Moldávie. Nicméně dílny v těchto zemích opět postrádají hi-tech vybavení a zatím nedokážou dosáhnout potřebné kvality zpracování. Tím pádem je spousta firem nucena stále vyrábět v Asii a podřizovat se místním podmínkám (např. výroba minimálně 1000 ks). Samozřejmě je naší snahou si některé z těchto technologií v rámci dotací pořídít, ale to je běh na dlouhou trať [32].“*

Další část byla věnována významu aplikace podlepovací pásky na spoj. Jejím hlavním důvodem je zajistit 100% nepromokavost daného produktu, která je u výrobků zpracovávaných s vysocefunkčních materiálů velmi významným parametrem. K dalším vlastnostem patří i zvýšení pevnosti. Pevnost spoje je ale rovněž ovlivněna i typem švu, vlastnostmi šicích nití, teplotou a časem při svařování apod.

Část práce je dále věnována typům vysocefunkčních materiálů, ke kterým se řadí právě materiály se zátěrem nebo lamináty. Na tyto materiály jsou kladeny větší nároky z hlediska vyšší ochrany organismu, zajištění dobrých fyziologicko – hygienických vlastností, trvanlivosti, hmotnosti apod.

V další části jsou představeny faktory a jejich vlivy na trvanlivost výrobků, tedy při zpracování textlie v požadovaný produkt a při používání hotových výrobků. Při zpracovávání jsou to například parametry nekonvenčních způsobů spojování jako je teplo, třecí síly při šití apod. K vlivům okolního prostředí patří hlavně vlivy UV záření,

jehož degradačním vlivům podléhá v daném čase každý materiál, dále vliv vody, kyslíku, teploty atd.

4 Experimentální část

Cílem experimentální části diplomové práce bylo ověřit schopnost podlepených švů zpracovávaných na výrobcích oděvního charakteru zachovávat si svou funkčnost po působení vybraných účinků, kterými jsou výrobky vystaveny při běžném použití. K těmto vlivům patří: mechanické namáhání jako oděr, ohyb, namáhání na tah apod., k účinkům okolního prostředí je to pak vliv např. UV záření, vody aj., v neposlední řadě i vliv údržby.

Pro experiment byly vybrány dva typy účinků z výše uvedených vlivů. Prvním byl vliv UV záření. Se zářením tohoto typu se běžně setkáváme v prostředí klimatických podmínek. Dále byl hodnocen vliv údržby, které podléhá každý oděvní výrobek, konkrétně praní. Abychom mohly zhodnotit vliv těchto vybraných a zkoušených typů účinků byly vzorky spojů odzkoušeny na odolnost vůči smáčení povrchu a v poslední řadě byly hodnoceny na tahové vlastnosti spojů v jejich příčném směru.

Aby bylo možné posoudit rozdíly po praní a ozařování, část vzorků byla ponechána v původním stavu a byla rovněž proměřena na odolnost vůči smáčení povrchu a následně na tah v příčném směru švů. Typy hodnocených spojů byly vybrány s ohledem na druh zkoušeného materiálu a na dostupnost jednotlivých technologií pro jejich zpracování. Jednalo se o pět typů spojů. Každý spoj byl proměřen třikrát pro směr osnovní a třikrát pro směr útkový. Získaná data byla zpracována a vyhodnocena.

Materiál pro experiment byl zvolen třívrstvý laminát, jelikož se jednalo o hodnocení vlastností spojů na výrobcích pro sportovní účely. Měření proběhlo na Katedře oděvnictví Technické Univerzity v Liberci.

4.1 Charakteristika použitých materiálů

Pro experimentální část byl použit jeden druh materiálů. Jednalo se o třívrstvý laminát od japonské společnosti Ammaterace. Charakteristika textilie je popsána v tabulce 3. Vzorek použitého materiálu je uveden v příloze 1.

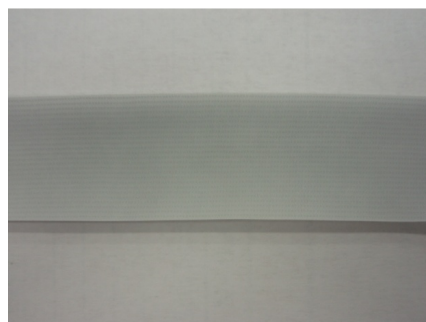
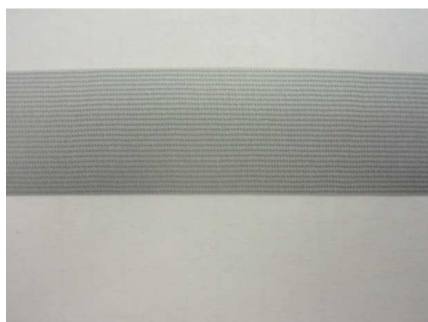
Tabulka 3: Charakteristika materiálu

Materiálové složení	Vazba	Plošná hmotnost [g/m ²]	Tloušťka materiálu [mm]
Vrchní mat.- 100% Nylon Membrána - 100% PUR Podšívka - 100% PES	plátňová	92,25	0,20

Šicí nit pro konvenční spojování (steh dvounitný vázaný): materiálové složení 100% Polyester a jemnost 26,2 tex. Vrchní i spodní šicí nit byly stejné.

Šicí nit pro konvenční spojování, konkrétně pro prošívání (steh dvounitný vázaný): materiálové složení 100% Polyester o jemnosti 34,6 tex. Vrchní i spodní šicí nit pro štepování byly stejné.

Podlepovací páska: výrobce Ammaterace, byla použita ve dvou šířkách, tedy o šíři 20mm a 13mm. Páska byla vybrána s ohledem k použitému materiálu, tedy aby měly podobné nebo stejné vlastnosti jako materiál, na který byly aplikovány. Použité pásky jsou uvedeny na obrázku 40.



Obrázek 40: Podlepvací páska

4.2 Charakteristika použitých zařízení

Cílem experimentu bylo odzkoušet trvanlivost vybraných pěti typů podlepených spojů. K výrobě švů šitých se použil jednojehlový šicí stroj Juki s vázaným stehem. Pro zhotovení spojů svařováním pomocí ultrazvuku sloužil ultrazvukový svařovací stroj PFAFF 8310. K následnému podlepení spojů termoplastickou páskou posloužil horkovzdušný svařovací stroj značky STO-NOR INDUSTRIA A.S. Část zhotovených vzorků byla vystavena údržbě v pračce značky SAMSUNG. Druhá část byla ozařována na simulačním zařízení ATLAS UVCON. Poté následovala zkouška smáčení povrchu vzorků na zařízení SprayTest. Další náplní zkoušky bylo zjistit poškození spojů při zatížení v příčném směru a porovnat jejich pevnosti. K tomuto účelu byl použit trhací přístroj značky Testometric.

4.2.1 Průmyslový jednojehlový šicí stroj se stehem vázaným

Charakteristika jednojehlového vázaného šicího stroje JUKI DDL – 5530N, viz obrázek 41 :

- délka stehu max. 6 mm,
- ideální pro lehké a střední materiály,
- rychlost šití 6000 ot/min,
- 110 V motor.



Obrázek 41: Průmyslový jednojehlový šicí stroj JUKI s vázaným stehem

4.2.2 Ultrazvukový svařovací stroj

Ultrazvukový svařovací stroj značky PFAFF 8310-142/001, viz obrázek 42, využívá ultrazvukové energie ke spojování dvou materiálů v požadovaném místě. Materiály se v místě, kde je požadováno vytvoření sváru vloží do mezery mezi rotační

kruhové sonotrody a sevřou se přitlačnou silou mezi zdroj ultrazvukových vibrací a pevnou oporu. Po určité době, po kterou na materiál v daném místě působí ultrazvukové vibrace, dojde k roztavení materiálu tak, že proteče mezi spojované součásti. Po vychladnutí je materiál spojen. Tento stroj umožňuje nastavení:

- svařovací rychlosti 0,5 -10 m/min,
- výkon 100% - 50%,
- tlak až 800 N,
- mezeru 0 – 2 mm (podle tloušťky materiálu),
- možnost výměny vrchního kola (dostupný v různých šířkách a motivech)[46].



Obrázek 42: Ultrazvukový stroj PFAFF 8310-142/001[46]

4.2.3 Kontinuální podlepovací stroj pro podlepení švů páskou pomocí horkého vzduchu

Jedná se o svařovací stroj STO – NOR INDUSTRI a.s používaný pro podlepení šitých švů termoplastickou páskou, viz obrázek 43. Páska je namotána na cívce a přiváděna k šitému švu. Společně jsou nataveny působením horkého vzduchu a prochází dvojicí válců, z nichž horní je přitlačný a vznikne spoj. Tento svařovací stroj umožňuje nastavení:

- odstříhu určité délky pásky,
- přitlak horního přitlačného válce,
- teploty spojování až 750 °C,
- rychlosti svařování až 6,6m/min – 12m/min,
- zdvih horního válce o 25mm [37].



Obrázek 43 : Svařovací stroj STO – NOR INDUSTRI a.s.[37]

4.2.4 Zařízení pro simulaci klimatických podmínek

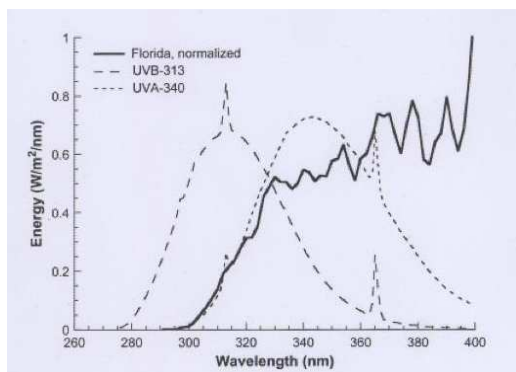
Z důvodu časové náročnosti přirozeného stárnutí a rovněž i pro zachování konstantních podmínek působení bylo nutné vystavit vzorky alternativnímu působení ultrafialového záření v laboratorním prostředí prostřednictvím zařízení Atlas UVCON, viz obrázek 45.

Atlas UVCON je zařízení určené pro vystavení vzorků materiálu alternativní expozici ultrafialového záření a kondenzaci. Zařízení je rozděleno do tří sekcí – horní, střední a spodní. Horní a střední obsahuje panel a zkušební komorou. Spodní sekce tvoří odkládací prostor. Ovládání a sledování teploty ve zkušební komoře umožňuje digitální měřič, odporový senzor na jednotku černého panelu a deska s ovládacím obvodem. Zkušební teplota v průběhu expozice UV- a kondenzačního cyklu se určuje pomocí dvou otočných spínačů, které jsou kalibrovány v [C°]. Energie ze zářivek je soustředěna do rozsahu vlnových délek pod 350 nm. Obrázek 44 znázorňuje spektrální distribuci zářivek používaných v tomto zařízení.

Zařízení Atlas UVCON se skládá z několika částí jako je:

- cyklový programátor,
- měřič uplynulé doby,
- zdroj ultrafialového záření,
- úložný rošt a držáky na vzorky,
- otočný spínač UV cyklu,
- digitální paměťový měřič,

- senzorová jednotka černého panelu,
- ovládací prvky časování a cyklování[38].



Obrázek 44: Spektrální distribuce zářivek používaných v přístroji UVCON[47]



Obrázek 45: Atlas UVCON

4.2.5 Pračka

Prací stoj značky Samsung byl použit pro praní vzorků, viz obrázek 46. Při zkoušce byly dodrženy správné postupy při praní podle předepsaných symbolů údržby. Pro obnovení nepromokavosti materiálů byly v průběhu prací zkoušky použity impregnační prací prostředky.

Parametry praní:

- čas,
- teplota praní ,
- otáčky/min.

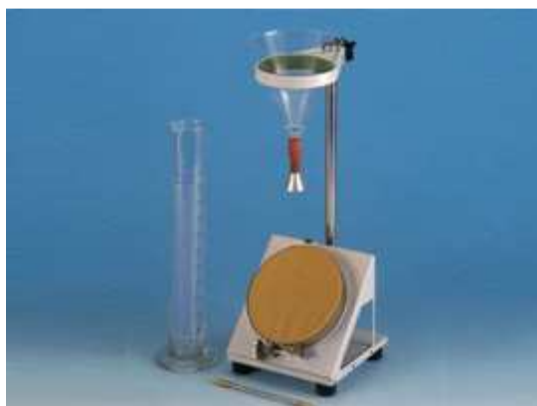


Obrázek 46: Pračka Samsung

4.2.6 Spray Test – metoda umělého deště

Jedná se o hodnocení smáčivosti povrchu textilie, při níž se hodnotí povrch smáčené textilie s předepsanou stupnicí (etalony), viz. obrázek 47 skrápěcího zařízení.

Princip měření podle normy spočívá v upevnění textilie lícem nahoru do kruhových čelistí a vložení do držáků tohoto zařízení pod úhlem 45°. Podmínkou je, že směr osnovy musí jít paralelně se směrem stékající vody. Ke zkrápění se používá předepsané množství destilované vody, tedy 250 ml. Po zkrápění se držák se vzorkem sejme a 2x oklepe o hranu tvrdého předmětu. Během toho musí být plošná textilie ve vodorovném stavu a lícem ve spodu. Následuje samotné hodnocení [39].



Obrázek 47: Zařízení Spray test[55]

4.2.7 Trhací stroj Testometric

Definice zkoušky byla: *Zkouška Strip je tahová zkouška, při které je celá šířka zkušebního vzorku upnuta v čelistech zkušebního přístroje.*

Princip měření spočívá v protahování zkušebního vzorku plošné textilie s podlepeným švem uprostřed v příčném směru. Zkouška byla prováděna na trhacím přístroji Testometric, viz obrázek 48, který je určen pro měření pevnosti a tažnosti plošných textilií, vlastností švů apod. Přístroj je ovládaný programem instalovaným v počítačovém zařízení.

Všechny zkušební vzorky byly klimatizovány při podmínkách, které podléhají normě ČSN EN ISO 139 (800056):

Textilie – normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení

- teplota $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$
- vlhkost $65\% \pm 2\%$

Nastavení přístroje Testometric pro tahovou zkoušku:

- rychlost protažení [mm/min]
- upínací délka [mm]
- předpětí F [N]

Postup ovládání stroje pomocí programu Testometric:

- připojení stroje do systému,
- otevření programu,
- otevření nového souboru,
- výběr a úprava definice,
- upnutí vzorku do čelistí,
- vynulování (tára),
- spuštění zkoušky,
- uložení a export dat do textového souboru,
- vyjmutí vzorku z čelisti [40].



Obrázek 48: Trhací přístroj Testometric[48]

4.3 Příprava vzorků

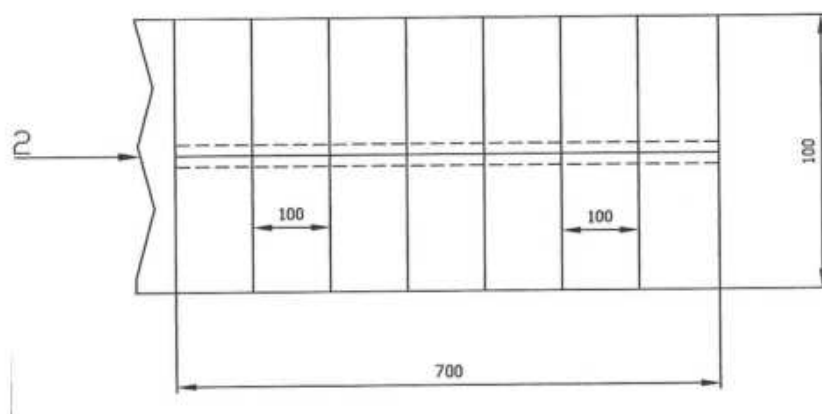
Příprava vzorků podléhala druhu vykonávaným zkouškám i použitému zkušebnímu zařízení. Vzhledem k nedostatku materiálu byly rozměry vzorků podřízeny zkoušce tahové, tedy jak udává norma ČSN EN ISO 13935-1.

Zkušební vzorky byly odebrány 100 mm od pevného kraje. K proměření bylo zhotoveno pět typů spojů zahrnujících třídu hřbetových a překlátovaných švů. Pomocí

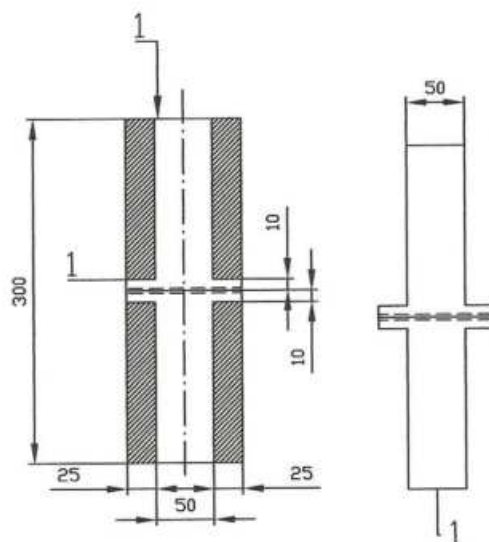
stroje s vázaným stehem a stroje pro ultrazvukové svařování byly odšity švy o délce 60 cm pro jednu sadu. Sada obsahovala 3 zkušební vzorky ve směru osnovy a 3 zkušební vzorky ve směru útku. Měření obsahovalo celkem 180 zhotovených vzorků, viz přehledová tabulka 4. Podle normy byla šířka pruhů před sešitím 35 cm. 100 mm od kolmé hrany materiálu se podle normy umístil první vzorek a stejně tak poslední vzorek byl od okraje vzdálen 100mm. Vzorky s počáteční šířkou 100 mm se pak ještě dále upravovaly. Na obrázku 49 a 50 je znázorněna příprava vzorku [40].

Tabulka 4: Přehled kompletního počtu vzorků pro experiment

Typy spojů										
	Spoj 1		Spoj 2		Spoj 3		Spoj 4		Spoj 5	
	Osnova	Útek	Osnova	Útek	Osnova	Útek	Osnova	Útek	Osnova	Útek
Původní stav	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ozáření 48 hod	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ozáření 96 hod	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ozáření 96 hod	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Praní 1 cyklus	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Praní 5 cyklů	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3



Obrázek 49: Vzorek se švem [40]



Obrázek 50: Příprava vzorků pro trhačku

[40]

4.4 Spoje - typy podlepených švů

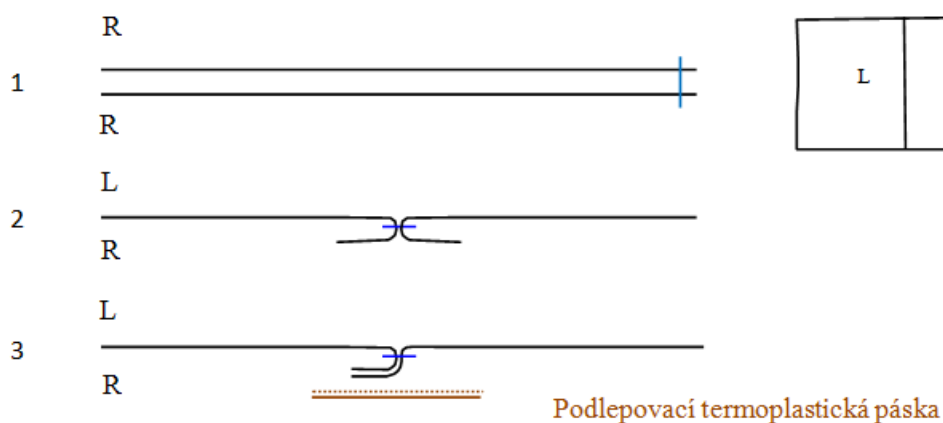
V rámci praktické části diplomové práce bylo testováno celkem pět druhů spojů. Jednalo se o spoje třídy hřbetových a přeplátovaných. Těmito typy spojů se běžně zpracovávají výrobky pro sportovní účely. Tyto spoje byly zvoleny i s ohledem k typu zpracovávaného materiálu a k dostupnosti technologického zařízení pro jejich zhotovení. Materiál pro všechny zkušební vzorky byl shodný. Tyto spoje se nachází v tabulce 5.

Tabulka 5: Spoje

Číslo spoje	Název spoje
Spoj 1	Šitý hřbetový šev podlepený podlepovací páskou
Spoj 2	Šitý přeplátovaný šev podlepený podlepovací páskou
Spoj 3	Šitý přeplátovaný šev podlepený podlepovací páskou šíře 13 mm
Spoj 4	Ultrazvukový spoj metoda Cut and Silk, podlepený podlepovací páskou
Spoj 5	Ultrazvukový přeplátovaná spoj zdobený, podlepený podlepovací páskou

Spoj 1 - Šitý jednoduchý hřbetový šev podlepený podlepovací páskou

Jednotlivé kroky při zpracovávání švu jsou uvedeny na obrázku 51. V první fázi je nutné materiál složit lícem na líc a sešít ve vzdálenosti 5 mm od okraje. Materiál následně rozložit tak, že v rubní části materiálu jsou rozžehlené švové záložky. Poté ušitý šev podlepit podlepovací páskou širokou 20 mm v místě šití z rubní strany švu. Tím se zamezí průniku vody šitým švem. Podlepení bylo provedeno na kontinuálním horkovzdušném polepovacím stroji. Nastavení parametrů pro podlepování je uvedeno v tabulce 6. Použit byl dvounitný vázaný steh s počtem 3stehy/1cm. Zhotovený spoj je uveden na obrázku 52.



Obrázek 51: Řezy zpracovávaného spoje



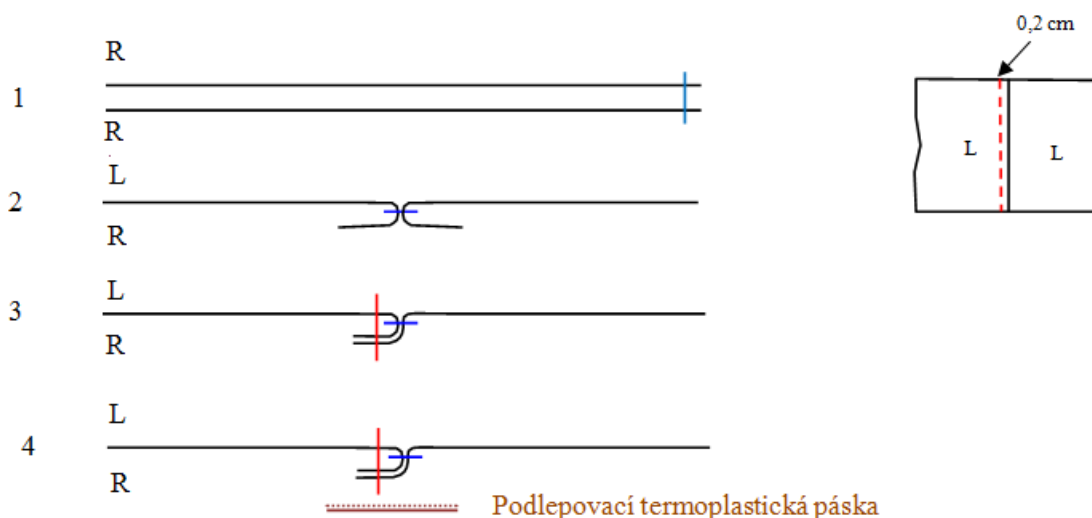
Obrázek 52: Spoj hřbetový šitý

Tabulka 6: Nastavení parametrů pro horkovzdušné podlepování

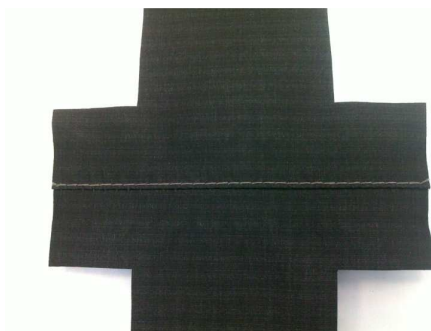
Teplota[°C]	325
Rychlost[m/min]	2,5
Tlak vzduchu[kg/cm ²]	1,5

Spoj 2 - Šitý přeplátovaný šev přelepený podlepovací páskou

Jednotlivé kroky tvorby švu jsou na obrázku 53. Prvním krokem bylo složit materiál lícem na líc a sešít ve vzdálenosti 5 mm od okraje. Materiál následně rozložit tak, že v rubní části jsou švové záložky švu sežehleny k jedné straně. Z lícní strany prošíť materiál 2 mm od vzniklého předešlého spoje. Prošitím je šev pevnější a současně vytvoří zdobení z lícní strany. Ušitý šev podlepit podlepovací páskou širokou 20 mm v místě šití z rubní strany materiálu. Tím se zamezí průniku vody skrz šev. Podlepení bylo provedeno na kontinuálním horkovzdušném polepovacím stroji. Parametry podlepení jsou uvedeny v tabulce 7. Použit byl dvounitný vázaný steh s počtem 3stehy/1cm. Obrázek spoje je uveden pod číslem 54.



Obrázek 53: Řezy tvorby švu



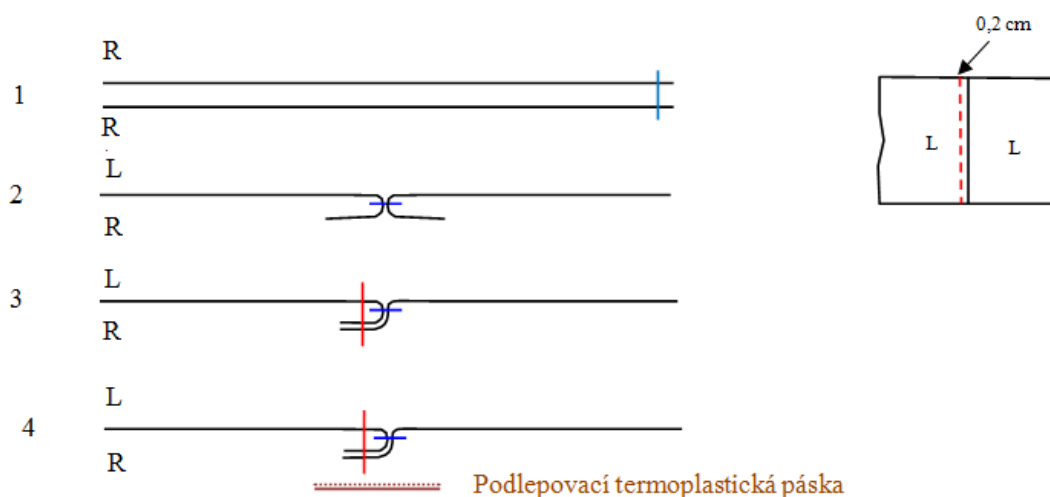
Obrázek 54: Překládaný spoj

Tabulka 7: Nastavení parametrů pro horkovzdušné podlepování

Teplota[°C]	325
Rychlost[m/min]	2,5
Tlak vzduchu[kg/cm ²]	1,5

Spoj 3 - Šitý překládaný šev přelepený podlepovací páskou šířkou 13 mm

Detailní náčrtek a jednotlivé kroky při zpracování švu jsou na obrázku 55. Materiál složit lícem na líc a sešít ve vzdálenosti 5 mm od okraje. Materiál následně rozložit tak, že v rubní části jsou švové záložky švu sežehleny k jedné straně. Z lící strany prošíť 2 mm od vzniklého předešlého spoje. Prošíťím je šev pevnější a současně vytvoří zdobení z lící stany materiálu. Ušitý šev podlepit podlepovací páskou šířky 13 mm v místě šití z rubní strany materiálu. Tím se zamezí průniku vody skrz šev. Podlepení bylo provedeno na kontinuálním horkovzdušném polepovacím stroji. Parametry podlepení jsou uvedeny v tabulce 8. Použit byl dvounitný vázaný steh s počtem 3stehy/1cm. Vzhled zhotoveného švu je na obrázku 56.



Obrázek 55: Řezy tvorby švu



Obrázek 56: Překládaný spoj podlepený úzkou podleповací páskou

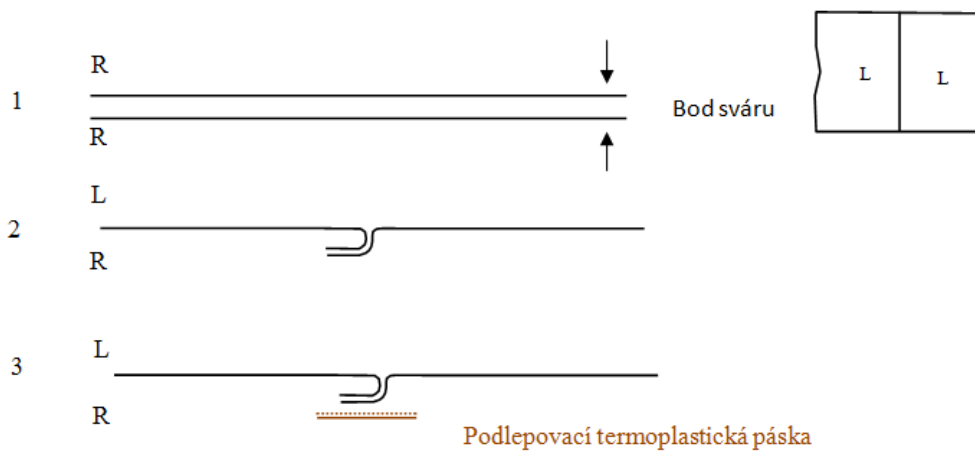
Tabulka 8: Nastavení parametrů pro horkovzdušné podleповání

Teplota[°C]	325
Rychlost[m/min]	2,5
Tlak vzduchu[kg/cm ²]	1,5

Spoj 4 - Ultrazvukový jednoduchý hřbetový podlepený podleповací páskou

Průřez je znázorněn na obrázku 57. Nejprve materiál složit lícem na líc a svařit na ultrazvuku v členícím kraji za použití kolečka na obrázku.58. Tabulka 9 obsahuje parametry pro švařování. Vzniklý spoj je nový okraj. Švové záložky seříznout pomocí kolečka pro začištění krajů Cut and Silk, viz obrázek 59. Tabulka 10 obsahuje parametry pro začištění švových záložek na ultrazvukovém stroji. Rozložit materiál, tak že v rubní straně vznikne svařený spoj. Spoj z rubní strany podlepit podleповací páskou širokou 20 mm pro zajištění větší pevnosti spoje. Podleповání bylo provedeno

na horkovzdušném polepovacím stroji. Parametry podlepení jsou uvedeny v tabulce 11. Hotový spoj je uveden na obrázku 60.



Obrázek 57: Průřezy zpracovávaného ultrazvukového spoje



Obrázek 58: Kolečko pro ultrazvukové svařování



Obrázek 59: Kolečko Cut and Silk



Obrázek 60: Šev jednoduchý hřbetový svařovaný

Tabulka 9: Nastavení parametrů zařízení PFAFF 8310 pro ultrazvukové svařování

Výkon [%]	15,5
Rychlost podávání [m/min]	1,6
Přítlak [Bar]	0,5
Mezera [mm]	1,2

Tabulka 10: Nastavení parametrů zařízení Pfaff 8310 pro ultrazvukové svařování s použitím kolečka Cut and Silk pro ořez

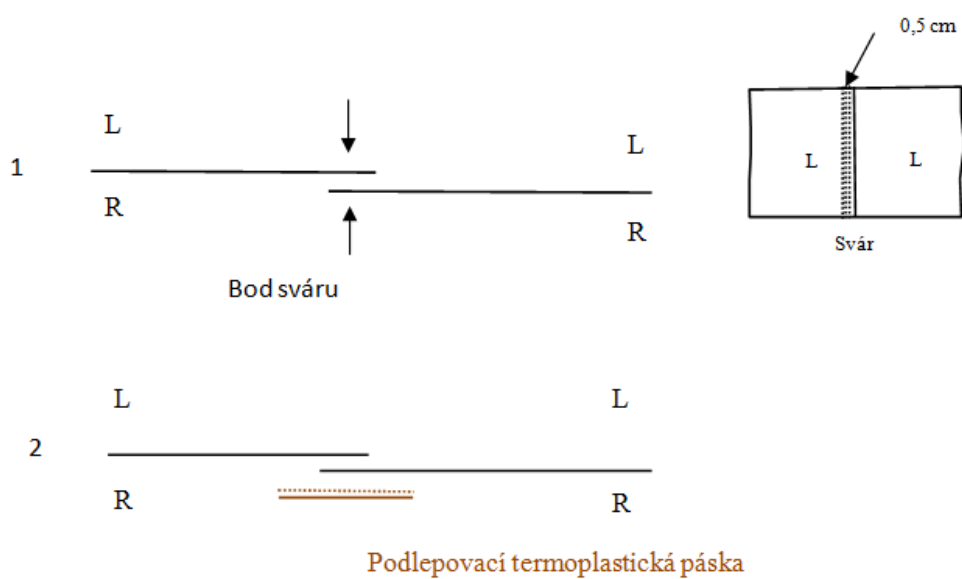
Výkon [%]	17,1
Rychlost podávání [m/min]	2,6
Přítlak [Bar]	0,9
Mezera [mm]	1,2

Tabulka 11: Nastavení parametrů pro horkovzdušné podlepování

Teplota [°C]	325
Rychlost [m/min]	2,5
Tlak vzduchu [kg/cm ²]	1,5

Spoj 5 - Ultrazvukový přeplátovaný spoj se zdobením podlepený podlepovací páskou

Průřez s nákresem spoje je znázorněn na obrázku 61. Vrchní díl přeplátovaného spoje se v první řadě začistí na ultrazvukovém kolečku Cut and Silk obrázek 64, pro zabránění případnému párání. Parametry pro ořez jsou uvedeny v tabulce 13. Materiál složit vrchní díl rubem na líc spodního a následně svařit za pomoci ozdobného kolečka, viz obrázek 63. Parametry svařování jsou uvedeny v tabulce 12. Tento typ kolečka zanechal v kraji dílu ozdobné vroubky o šířce 5mm. Pro zajištění nepromokavosti byl šev z rubní strany opatřen podlepovací termoplastickou páskou o šířce 20 mm. Parametry podlepení jsou uvedeny v tabulce 14. Obrázek 62 zobrazuje vypracovaný spoj.



Obrázek 61: Průřezy zhotovovaného švu



Obrázek 62: Spoj přeplátovaný ultrazvukový



Obrázek 63: Kolečko ozdobné



Obrázek 64: Kolečko Cut and Silk

Tabulka 12:Nastavení parametrů Pfaff 8310 pro ultrazvukové svařování

Výkon [%]	17,1
Rychlost podávání [m/min]	2,5
Přítlak [Bar]	3,3
Mezera [mm]	0,8

Tabulka 13:Nastavení parametrů zařízení Pfaff 8310 pro ultrazvukové svařování s použitím kolečka Cut and Silk pro ořez

Výkon [%]	17,1
Rychlost podávání [m/min]	2,6
Přítlak [Bar]	0,9
Mezera [mm]	1,2

Tabulka 14:Nastavení parametrů pro horkovzdušné podlepování

Teplota[°C]	325
Rychlost[m/min]	2,5
Tlak vzduchu[kg/cm ²]	1,5

4.5 Postup zkoušky

Jak již bylo zmíněno výše, část vzorků byla vystavena simulaci klimatických podmínek za nařízení Atlas UVCON. Pro nastavení klimatického cyklu pro tento experiment se vycházelo z diplomové práce [34], ve které bylo zjištěno, že simulace záření na zařízení Atlas UVCON při nastavení 8 hodin expozice cyklu UV a teplotě 50 °C a 4 hodin cyklu CON při teplotě 40°C na dva dny, bude odpovídat 1 měsíci působení reálných povětrnostních podmínek pro období leden, únor a březen. Vzhledem k technickým problémům při používání CON cyklu nebylo možné pro expozici vzorků použít stejné nastavení klimatických podmínek. Z tohoto důvodu byly vzorky vystaveny pouze účinkům UV cyklu při teplotě 50°C.

Část vzorků byla ozařována po 48 hodinách cyklu, další část po 96 hodinách a v neposlední řadě po 144 hodinách. Plocha ozařované oblasti vzorků byla podřízena velikosti a tvaru okének v úložných držácích simulačního zařízení. Rozměry okénka byly 90 x 90 mm, viz. obrázek 59, konkrétně ozařovaná oblast vzorků. Rovněž je dobré zmínit, že po ozařování nedošlo k estetickým změnám v ploše vzorku v oblasti ozařování, viz obrázek 65, vzorky před a po ozáření.

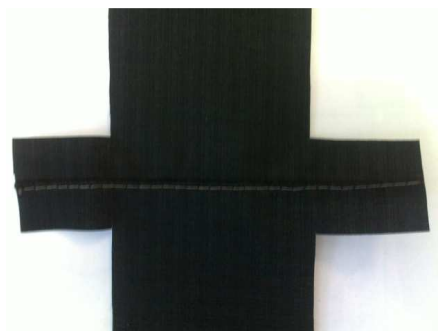
**Před ozářením****Ozařovaná oblast vzorků****Po ozáření***Obrázek 65: Vzhledové změny pro ozařovaný materiál po 48, 96 a 144 hodinách*

Pro zjišťování vlivu údržby na trvanlivost spojů, byla část vzorků vystavena vlivu praní. K tomuto účelu byla použita pračka značky Samsung. Nastavení parametrů praní vycházelo ze symbolů údržby předepsaných výrobcem pro daný typ zkoušeného materiálu a rovněž i podle dostupných programů pracího zařízení. Tedy pracího programu pro syntetické materiály při teplotě 30°C, při otáčkách 800/min po dobu 73 minut pro jeden cyklus praní. Prací prostředek byl zvolen podle doporučení výrobce, tzn. prostředek pro ošetřování a impregnaci nepromokavých textilií značky Granger's. Část vzorků bylo práno při 1 cyklu a část při 5 cyklech praní.

K porovnání změny vlastností spojů, byla část vzorků ponechána v původním stavu, tedy bez praní a ozařování.

Dále byl proměřen samotný materiál ve směru osnovy a útku vždy po 3 vzorcích v každém směru. A byl vystaven stejně jako švy, tedy dvěma cyklům praní a třem cyklům ozařování.

Abychom mohly zjistit a porovnat změny pevnosti spoje v závislosti na podlepení a zvolené šíři podlepovací pásky a rovněž s ohledem k nedostatku materiálu, byl jeden vybraný šev, konkrétně spoj přeplátovaný, zhotoven jako nepodlepený, viz obrázek 66, dále podlepený páskou širokou 13mm (Spoj 3) a šev podlepený 20mm páskou (Spoj 2). V nepodlepené formě byly zhotoveny tři sady vzorků. Každá sada obsahovala opět tři vzorky pro osnovu a tři pro útek. Jedna sada byla ponechána v původním stavu, druhá byla ozářena po 48 hodinách a třetí po 96 hodinách. Parametry pro spojování nepodlepeného švu odpovídaly stejným hodnotám jako pro spoj 2 a spoj 3.



Vzhled spoje z lícové strany



Vzhled spoje ze strany rubní

Obrázek 66: Spoj přeplátovaný šitý nepodlepený

Pro hodnocení možných změn charakteru spojů byly vzorky po ozařování a praní v první řadě podrobeny nejprve zkoušce odolnosti ve smáčení povrchu. Poté následovalo zkoušení vzorků spojů na příčnou pevnost švu. Nastavení trhačského přístroje je uvedeno v tabulce 15.

Tabulka 15: Nastavení přístroje Labtest pro tahovou zkoušku

Rychlost protažení [mm/min]	100
Předpětí [N]	0,2
Rychlost protažení [mm/min]	100

5 Vyhodnocení experimentu

Vyhodnocení experimentu zahrnuje hodnocení vlivu simulovaných klimatických podmínek na tahové vlastnosti spoje v příčném směru. Dále vliv údržby při domácích podmínkách rovněž na tahové vlastnosti v příčném směru spoje a hodnocení odolnosti vzorků spojů vůči povrchovému smáčení v původním stavu, po praní i ozařování.

5.1 Hodnocení vlivu simulovaných klimatických podmínek na pevnost spoje

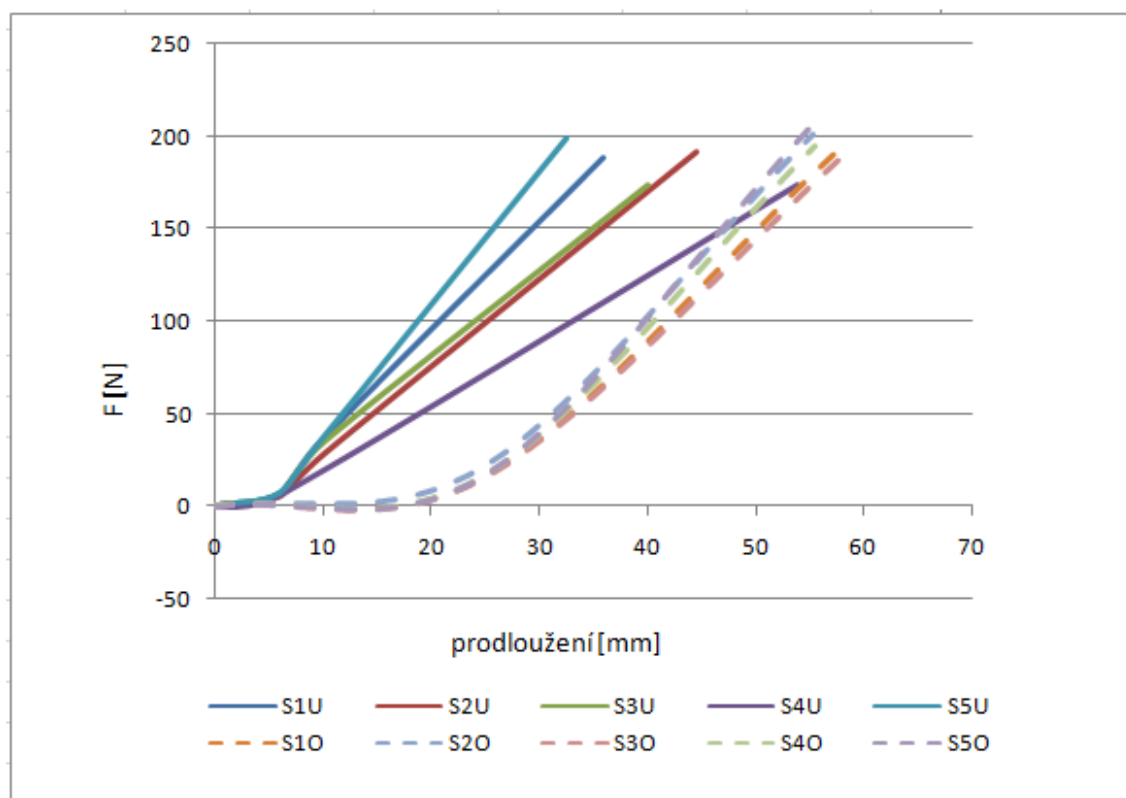
Okolní prostředí a vliv jednotlivých přírodních činitelů se v průběhu času mohou spolupodílet na změně charakteru spojů, čímž ovlivňují životnost a funkčnost daného výrobku. Výsledky pevnosti spojů uvedených v této části práce byly průměrnými hodnotami pro pět typů spojů ozařovaných v časových intervalech 48, 96 a 144 hodin.

5.1.1 Neozářené spoje

Hodnoty průměrné maximální síly F do přetrhu švů a tažnosti [%] jsou uvedeny v tabulce 16. V této tabulce je označením „osnova, útek“ myšlen směr přetržených vazných nití v textilií. V příloze 2 -7 se nacházejí kompletní tabulky měření síly do přetrhu neozářených švů. Vzorky pojmenované v obrázku 67 písmenem O značí šev šitý ve směru osnovy. U takových vzorků se trhají útkové nitě. Naopak vzorky pojmenované písmenem U značí šev šitý ve směru útku a u zkoušky se přetrhávají osnovní nitě. Označení švů: **Spoj 1** – jednoduchý hřbetový šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 2** – přeplátovaný šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 3** – přeplátovaný šitý podlepený 13 mm páskou, **Spoj 4** – jednoduchý hřbetový ultrazvukově svařovaný podlepený 20 mm páskou, **Spoj 5** – přeplátovaný ultrazvukově svařovaný podlepený 20 mm páskou.

Tabulka 16: Hodnoty průměrné pevnosti a tažnosti pro spoje neozářených

Typ spoje	Pevnost [N]		Tažnost [%]	
	osnova	útek	osnova	útek
Spoj 1	188,95	191,52	17,91	28,62
Spoj 2	192,13	201,14	22,11	27,5
Spoj 3	174,1	194,81	19,92	29,8
Spoj 4	173,79	194,92	26,75	27,53
Spoj 5	199,43	204,08	16,18	27,31



Pozn.: Zkratky uvedené v obrázku

S1 - Spoj 1, **S2** – Spoj 2, **S3** – Spoj 3, **S4** – Spoj 4, **S5** – Spoj 5

O – šev šitý ve směru osnovy (přetrh nití útkových)

U – šev šitý ve směru útku (přetrh nití osnovních)

Obrázek 67: Průměrné hodnoty pevnosti neozářených spojů

Vyhodnocení výsledků

Ve směru osnovy byla nejvyšší pevnost zaznamenána pro ultrazvukově svařovaný přeplátovaný spoj. Přeplátovaný spoj šitý s podlepovací páskou 20 mm měl v porovnání s ním nižší pevnost o 2,94 N tedy o 1,44%. Spoj S3 naopak vykazoval nejnižší pevnost ze všech tří porovnávaných přeplátovaných spojů. Od spoje S2 činila hodnota jeho pevnosti o 6,33 N méně tedy o 3,15% a od spoje S5 méně o 9,27 N, tedy o 4,54%. Spoj S4, tedy jednoduchý hřbetový svařovaný vykazoval třetí nejvyšší hodnotou průměrné pevnosti. Spoj šitý jednoduchý hřbetový měl nejnižší pevnost a v porovnání s ultrazvukově svařovaným jednoduchým hřbetovým jeho průměrná pevnost byla o 3,4 N nižší tedy o 1,74%. K porušení vzorků šitých ve směru osnovy došlo tak, že byl porušen laminát v oblasti ozařované plochy a došlo k oddělení a přetrhu vrchní vrstvy laminátu, viz příloha 50 varianta 1.

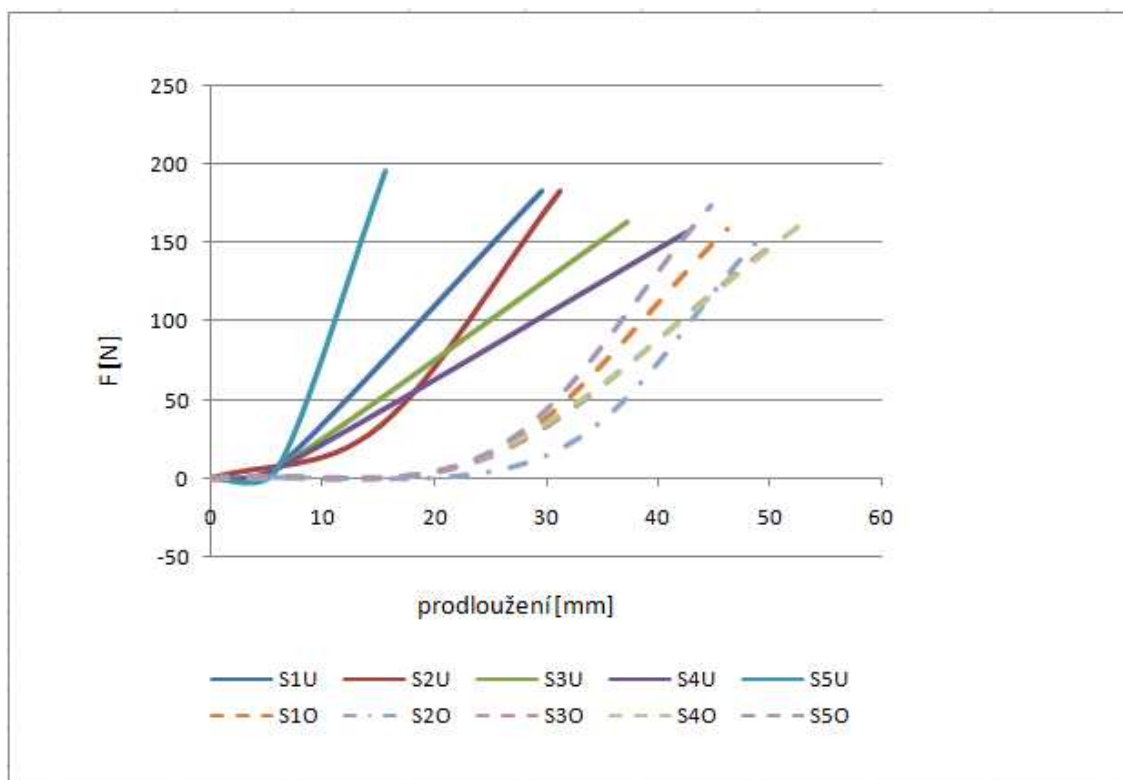
Nejvyšší průměrnou pevnost zkoušeného švu šitého ve směru útku vykazoval ultrazvukově svařovaný spoj přeplátovaný, tedy 199,43 N. Druhou nejvyšší hodnotu pevnosti vykazoval spoj šitý přeplátovaný podlepený 20 mm širokou podlepovací páskou. Jeho pevnost byla o 7,3 N nižší tedy o 3,66 % ve srovnání s ultrazvukově spojeným přeplátovaným švem. Spoj šitý přeplátovaný podlepený páskou o šíři 13 mm měl oproti šitému přeplátovanému spoji S2 o 18,03 N nižší pevnost, tedy o 9,38%. Ve srovnání s ultrazvukově spojeným vykazoval nižší pevnost až o 25,33 N což bylo 12,7 %. Jednoduchý hřbetový šev měl pevnost 188,95 N. V porovnání s ultrazvukově spojeným hřbetovým spojem byla jeho průměrná pevnost vyšší o 15,16 N tedy o 9,55 %. Nutno dodat, že k porušení vzorků došlo ve švu, viz příloha 50 varianta porušení 2.

5.1.2 Spoje ozářené po 48 hodinách UV cyklu

Obrázek 68 představuje znázornění průměrné pevnosti pěti spojů po ozařování 48 hodin UV cyklu. V tabulce 17 jsou uvedeny průměrné hodnoty pevnosti a tažnosti pro směr osnovní i útkový. V této tabulce je označením „osnova, útek“ myšlen směr přetržených vazných nití v textilií. V příloze 20 - 25 se nacházejí kompletní tabulky měření síly do přetrhu švu. Vzorky pojmenované v obrázku písmenem **O** značí šev šitý ve směru osnovy. U takových vzorků se trhají útkové nitě. Naopak vzorky pojmenované písmenem **U** značí šev šitý ve směru útku a u zkoušky se přetrhávají osnovní nitě. Označení švů: **Spoj 1** – jednoduchý hřbetový šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 2** – přeplátovaný šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 3** – přeplátovaný šitý podlepený 13 mm páskou, **Spoj 4** – jednoduchý hřbetový ultrazvukově svařovaný podlepený 20mm páskou, **Spoj 5** – přeplátovaný ultrazvukově svařovaný podlepený 20 mm páskou.

Tabulka 17: Průměrné hodnoty pevnosti a tažnosti spojů po 48 hodinách ozařování

Typ spoje	Pevnost [N]		Tažnost [%]	
	osnova	útek	osnova	útek
Spoj 1	182,66	158,56	14,77	22,96
Spoj 2	182,56	151,44	15,41	24,34
Spoj 3	163,92	148,91	18,57	24,91
Spoj 4	156,76	162,05	21,19	26,25
Spoj 5	195,82	173,82	15,40	22,28



Pozn.: Zkratky uvedené v obrázku

S1 - Spoj 1, **S2** – Spoj 2, **S3** – Spoj 3, **S4** – Spoj 4, **S5** – Spoj 5

O – šev šitý ve směru osnovy (přetrh nití útkových)

U – šev šitý ve směru útku (přetrh nití osnovních)

Obrázek 68: Průměrné hodnoty pevnosti ozářených spojů po 48 hodinách

Vyhodnocení výsledků

Stejně jako u sady neozářených vzorků, tak i u ozářených po 48 hodinách se spoj S5 šitý ve směru osnovy projevoval nejvyšší pevností. Spoj šitý přeplátovaný s podleповací páskou širokou 20 mm měl oproti tomuto spoji nižší pevnost o 22,38 N tedy o 12,88%. Spoj S3 vykazoval o 1,67% menší pevnost než spoj S2 a o výrazných 24,91 N méně tedy o 14,33% než spoj S5. Svařovaný spoj hřbetový vykazoval o 3,49 N vyšší pevnost, tedy o 6,55% než spoj šitý hřbetový. K porušení vzorků došlo tak, že byl porušen laminát v ozařované ploše a došlo k oddělení a přetrhu vrchní vrstvy laminátu, viz příloha 50 varianta 1.

I po ozařování se prezentoval přeplátovaný svařovaný šev spojovaný ve směru útku s nejvyšší pevností. Šitý přeplátovaný spoj S2 měl v porovnání o 13,26 N tedy o 6,77% nižší pevnost. Hodnota pevnosti spoje S3 byla výrazně nižší v porovnání se spojem S5, tedy o 31,9 N což je 16,29%. Při srovnání se spojem S2 byla jeho průměrná pevnost o 18,64 N nižší, tedy o 10,21%. Hřbetový šitý spoj S1 vykazoval

pevnost průměrné hodnoty 182,66 N. Ve srovnání s ním se hodnota pevnosti svařovaného hřbetového švu projevila nižší o 25,9 N, tedy o 14,18 %. Nutno dodat, že k porušení vzorků došlo ve švu, viz příloha 50 varianta porušení 2.

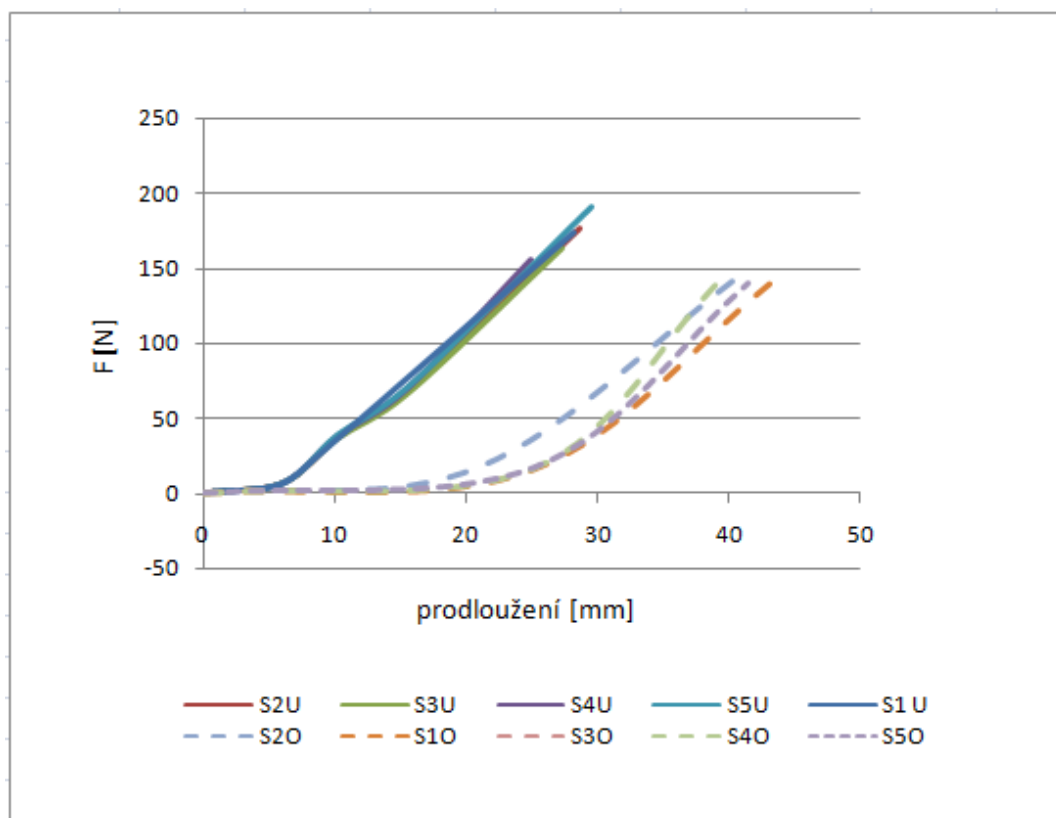
Důležité je rovněž zmínit, že po ozařování nedošlo k estetické změně zkoušených spojů pro směr osnovní ani útkový.

5.1.3 Spoje ozářené po 96 hodinách UV cyklu

Na obrázku 69 je prezentována průměrná pevnost spojů šitých po osnově i útku po čtyřech dnech ozařování, tedy po 96 hodinách UV cyklu. Tabulka 18 obsahuje průměrné hodnoty spojů pro osnovní i útkový směr. V této tabulce je označením „osnova, útek“ myšlen směr přetržených vazných nití v textilií. V příloze 26 - 31 se nacházejí kompletní tabulky měření síly do přetrhu švu. Vzorky pojmenované v obrázku písmenem **O** značí šev šitý ve směru osnovy. U takových vzorků se trhají útkové nitě. Naopak vzorky pojmenované písmenem **U** značí šev šitý ve směru útku a u zkoušky se přetrhávají osnovní nitě. Označení švů: **Spoj 1** – jednoduchý hřbetový šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 2** – přeplátovaný šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 3** – přeplátovaný šitý podlepený 13 mm páskou, **Spoj 4** – jednoduchý hřbetový ultrazvukově svařovaný podlepený 20mm páskou, **Spoj 5** – přeplátovaný ultrazvukově svařovaný podlepený 20 mm páskou.

Tabulka 18: Pevnost a tažnost spojů po ozáření 96 hodin

Typ spoje	Pevnost [N]		Tažnost [%]	
	osnova	útek	osnova	útek
Spoj 1	173,77	144,05	14,00	21,63
Spoj 2	177,04	150,12	14,23	20,62
Spoj 3	163,33	146,86	13,55	20,50
Spoj 4	155,70	142,20	12,44	19,47
Spoj 5	190,47	140,26	14,66	20,84



Pozn.: Zkratky uvedené v obrázku

S1 - Spoj 1, **S2** – Spoj 2, **S3** – Spoj 3, **S4** – Spoj 4, **S5** – Spoj 5

O – šev šitý ve směru osnovy (přetrh nití útkových)

U – šev šitý ve směru útku (přetrh nití osnovních)

Obrázek 69: Průměrné hodnoty pevnosti ozářených spojů po 96 hodinách

Vyhodnocení výsledků

Vzorky šité ve směru osnovy prezentoval nejlépe spoj S2, tedy šitý přeplátovaný. O 3,26 N tedy o 2,17% vykazoval vyšší pevnost než spoj S3. S nejnižší průměrnou pevností ze všech švů byl spoj S5. Hodnota jeho pevnosti byla nižší o 9,86 N tedy o 6,57% než hodnota spoje S2 a nižší o 6,6 N což je 4,49% než hodnota spoje S3. Hřbetový spoj šitý představoval třetí nejvyšší hodnotu pevnosti. Ultrazvukový spoj hřbetový měl o 1,85 N tedy o 1,28% nižší pevnost než spoj šitý. K porušení vzorků došlo tak, že byl porušen laminát v ozařované ploše a došlo k oddělení a přetrhu vrchní vrstvy laminátu, viz příloha 50 varianta 1.

Mezi spoji spojenými v útkovém směru se s nejvyšší pevností projevoval spoj S5. Druhou nejvyšší pevnost měl šitý spoj přeplátovaný s 20 mm širokou podlepovací páskou. Jeho pevnost byla o 13,43 N nižší tedy o 7,05% ve srovnání se spojem S5. Ze spojů přeplátovaných vykazoval nejnižší pevnost spoj podlepený s užší

termoplastickou páskou, tedy o 13,71 N, což bylo o 7,74% oproti spoji S2, a o 27,14 N tedy 14,25% méně oproti spoji S5. Z hřbetových spojů se projevil pevněji spoj šitý, který měl až o 18,07 N tedy o 10,4% vyšší průměrnou pevnost ve srovnání se svařovaným. Nutno dodat, že k porušení vzorků došlo ve švu, viz příloha 50 varianta porušení 2.

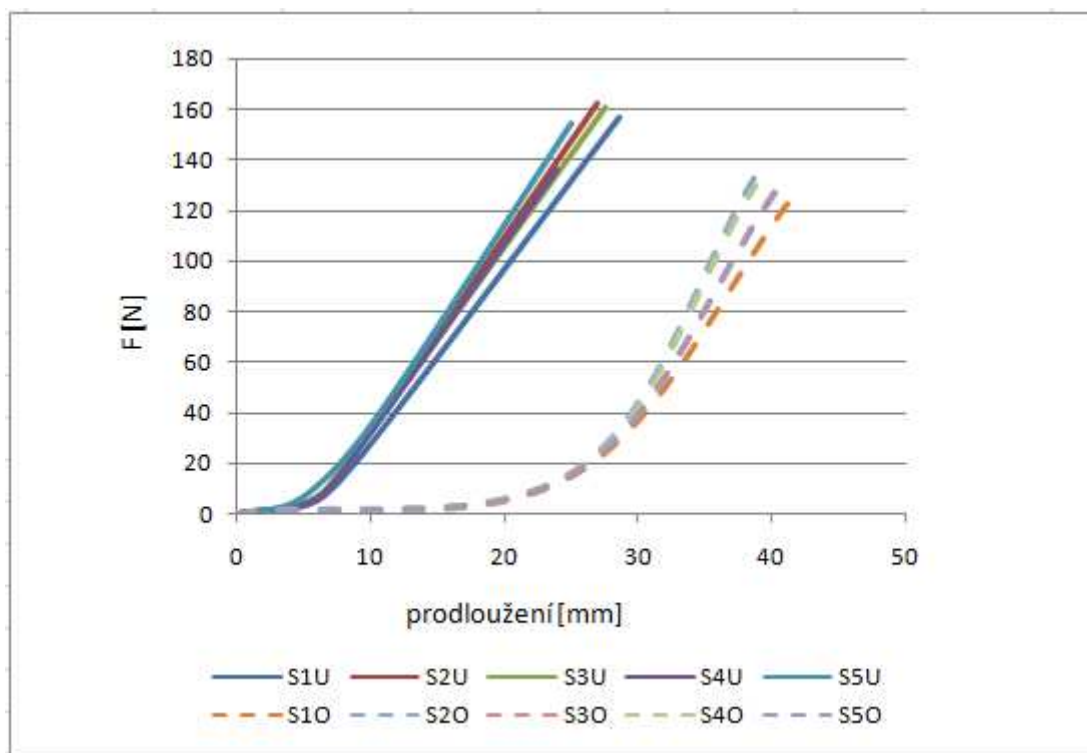
Ozařování nemělo vliv na estetické změny zkoušených spojů pro směr osnovní ani útkový.

5.1.4 Spoje ozářené po 144 hodinách UV cyklu

Obrázek 70 znázorňuje grafické vyobrazení průměrné pevnosti pěti spojů ozařovaných po 144 hodinách UV cyklu na simulačním zařízení Atlas UVCON. Uvedené hodnoty pevnosti a tažnosti pro osnovní i útkový směr jsou uvedeny v tabulce 19. V této tabulce je označením „osnova, útek“ myšlen směr přetržených vazných nití v textili. V příloze 32 - 37 se nacházejí kompletní tabulky měření síly do přetrhu švu. Vzorky pojmenované v obrázku písmenem **O** značí šev šitý ve směru osnovy. U takových vzorků se trhají útkové nitě. Naopak vzorky pojmenované písmenem **U** značí šev šitý ve směru útku a u zkoušky se přetrhávají osnovní nitě. Označení švů: **Spoj 1** – jednoduchý hřbetový šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 2** – přeplátovaný šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 3** – přeplátovaný šitý podlepený 13 mm páskou, **Spoj 4** – jednoduchý hřbetový ultrazvukově svařovaný podlepený 20mm páskou, **Spoj 5** – přeplátovaný ultrazvukově svařovaný podlepený 20 mm páskou.

Tabulka 19: Průměrná pevnost a tažnost spojů po 144 hodinách ozařování

Typ spoje	Pevnost [N]		Tažnost [%]	
	osnova	útek	osnova	útek
Spoj 1	156,40	129,36	14,18	20,87
Spoj 2	162,65	134,05	13,39	19,31
Spoj 3	161,02	131,50	13,69	20,27
Spoj 4	135,83	129,86	11,88	19,31
Spoj 5	154,14	128,32	12,45	20,09



Pozn.: Zkratky uvedené v obrázku

S1 – Spoj 1, **S2** – Spoj 2, **S3** – Spoj 3, **S4** – Spoj 4, **S5** – Spoj 5

O – šev šitý ve směru osnovy (přetrh nití útkových)

U – šev šitý ve směru útku (přetrh nití osnovních)

Obrázek 70: Průměrné hodnoty pevnosti ozářených spojů po 144 hodinách ozařování

Vyhodnocení výsledků

Mezi spoji spojenými ve směru osnovy se projevil přeplátovaný šitý spoj S2 jako spoj s nejvyšší pevností po šesti dnech ozařování. Šitý spoj přeplátovaný podlepený 13mm širokou páskou měl o 2,55 N tedy o 1,9% nižší pevnost než spoj S2. Naproti tomu vykazoval vyšší hodnotu pevnosti o 3,18 N tedy o 2,42% než spoj přeplátovaný svařovaný. Rozdíl u hřbetových švů byl velice nepatrný. Spoj šitý měl o 0,5 N tedy o 0,39% menší pevnost než spoj svařovaný. K porušení u všech vzorků došlo tak, že byl porušen laminát v ozařované ploše a došlo k oddělení a přetrhu vrchní vrstvy laminátu, viz příloha 50 varianta 1.

Z obrázku 60 je patrné, že mezi spoji šitými ve směru útkovém se nejlépe prezentoval spoj S2, tedy šitý přeplátovaný. Spoj s druhou nejvyšší pevností by spoj S3, rovněž z řady přeplátovaných. Jeho hodnota pevnosti činila o 1,63 N tedy o 1% méně ve srovnání se spojem S2. Ultrazvukový přeplátovaný vykazoval nejnižší hodnoty ze skupiny přeplátovaných spojů. Jednoduchý hřbetový svařovaný spoj měl

až o 20,57 N tedy o 13,15% nižší pevnost, než spoj hřbetový šitý. Nutné dodat, že k porušení vzorků došlo ve švu, viz. příloha 50 varianta porušení 2.

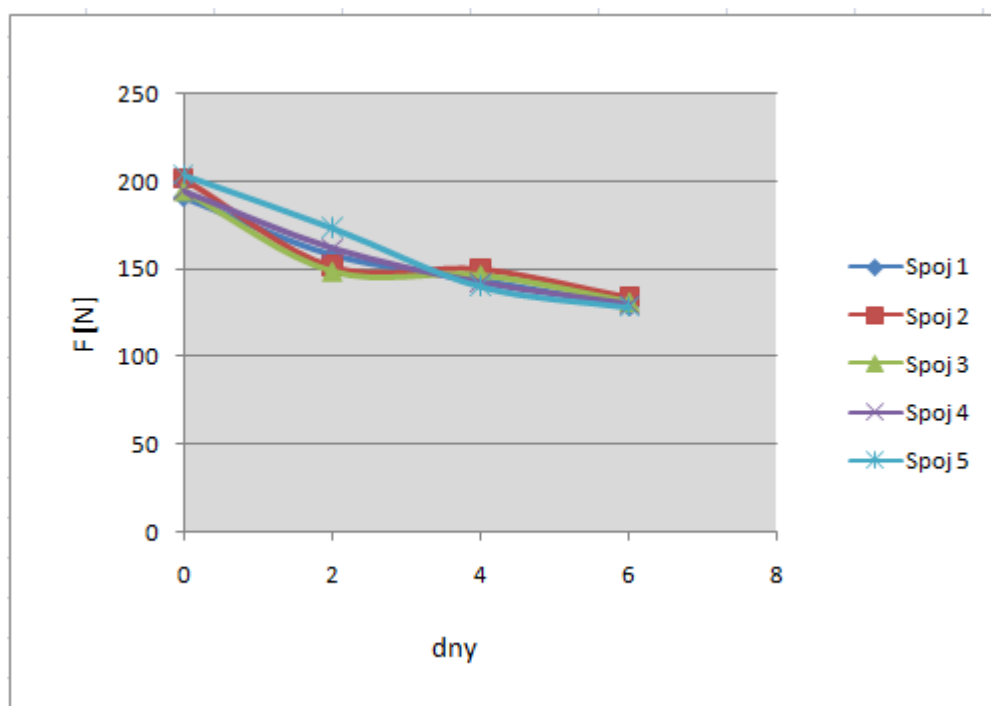
Ozařování po 144 hodinách nemělo vliv na estetické změny zkoušených spojů pro směr osnovní ani útkový.

5.1.5 Spoje bez ozařování, ozařované po 48, 96 a 144 hodinách UV cyklu

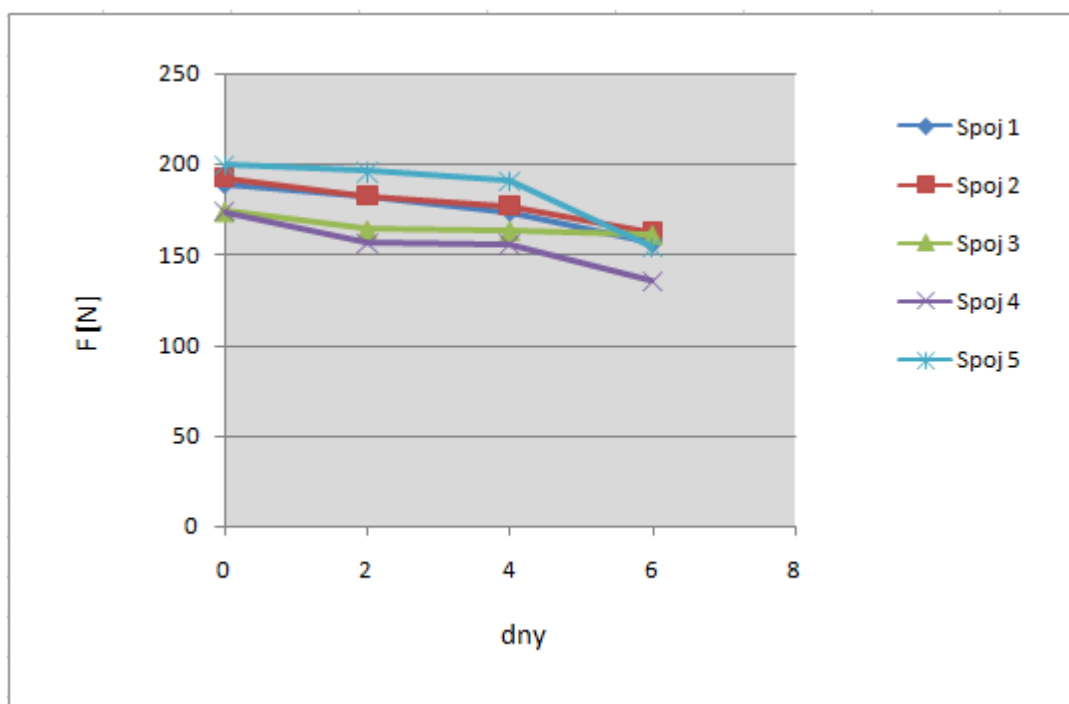
Obrázek 71 – 72 znázorňují průběh poklesu pevnosti všech hodnocených spojů spojených ve směru osnovy a útku bez ozáření a po dvou, čtyřech a šesti dnech ozařování. V tabulce 20 jsou uvedeny hodnoty pevnosti spojů. V této tabulce je označením „osnova, útek“ myšlen směr přetržených vazných nití v textili. V příloze 2 - 7 se nacházejí kompletní tabulky měření síly do přetrhu švu. Označení švů: **Spoj 1** – jednoduchý hřbetový šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 2** – přeplátovaný šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 3** – přeplátovaný šitý podlepený 13 mm páskou, **Spoj 4** – jednoduchý hřbetový ultrazvukově svařovaný podlepený 20mm páskou, **Spoj 5** – přeplátovaný ultrazvukově svařovaný podlepený 20 mm páskou.

Tabulka 20: Průměrná pevnost spojů

Typ spoje	Pevnost [N]							
	Bez ozařování		48 hod ozařování		96 hod ozařování		144 hod ozařování	
	osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
Spoj 1	188,95	191,52	182,66	158,56	173,77	144,05	156,40	129,36
Spoj 2	192,13	201,14	182,56	151,44	177,04	150,12	162,65	134,05
Spoj 3	174,1	194,81	163,92	148,91	163,33	146,86	161,02	131,50
Spoj 4	173,79	194,92	156,76	162,05	155,70	142,20	135,83	129,86
Spoj 5	199,43	204,08	195,82	173,82	190,47	140,26	154,14	128,32



Obrázek 71: Porovnání průměrné pevnosti spojů spojených ve směru osnova



Obrázek 72: Porovnání průměrné pevnosti spojů spojených ve směru útku

Vyhodnocení výsledků

Při porovnání průměrných pevností spojů spojených ve směru osnovy měl nejvyšší počáteční hodnotu pevnosti spoj svařovaný přeplátovaný. Jeho pevnost z původní hodnoty klesla po 48 hodinách ozáření o 14,83%. Po následujících 48 hodinách vlivu UV záření o 28,37% a po dalších dvou dnech o 8,51%. Tento spoj vykazoval poměrně prudký pokles pevnosti. Druhou nejvyšší počáteční hodnotu pevnosti měl spoj přeplátovaný šitý. V průběhu ozařování klesala hodnota jeho pevnosti o 24,71%, následně po ozařování dalších 48 hodin cyklu o 0,87% a dále o dalších 10,70%. Přeplátovaný spoj S3 podlepený užším typem podlepovací pásky vykazoval průběh poklesu pevnosti v časových intervalech ozařování hodnoty o 23,6%, dále o 1,37% a následně o dalších 10,46%. U svařovaného hřbetového spoje klesla hodnota pevnosti nejprve po 16,86%, dále pak o 12,25% a o 8,8%. Nejnižší počáteční hodnotu měl spoj hřbetový šitý. Jeho pevnost klesala o 17,21%, o 9,15% a dále o 10,2%..

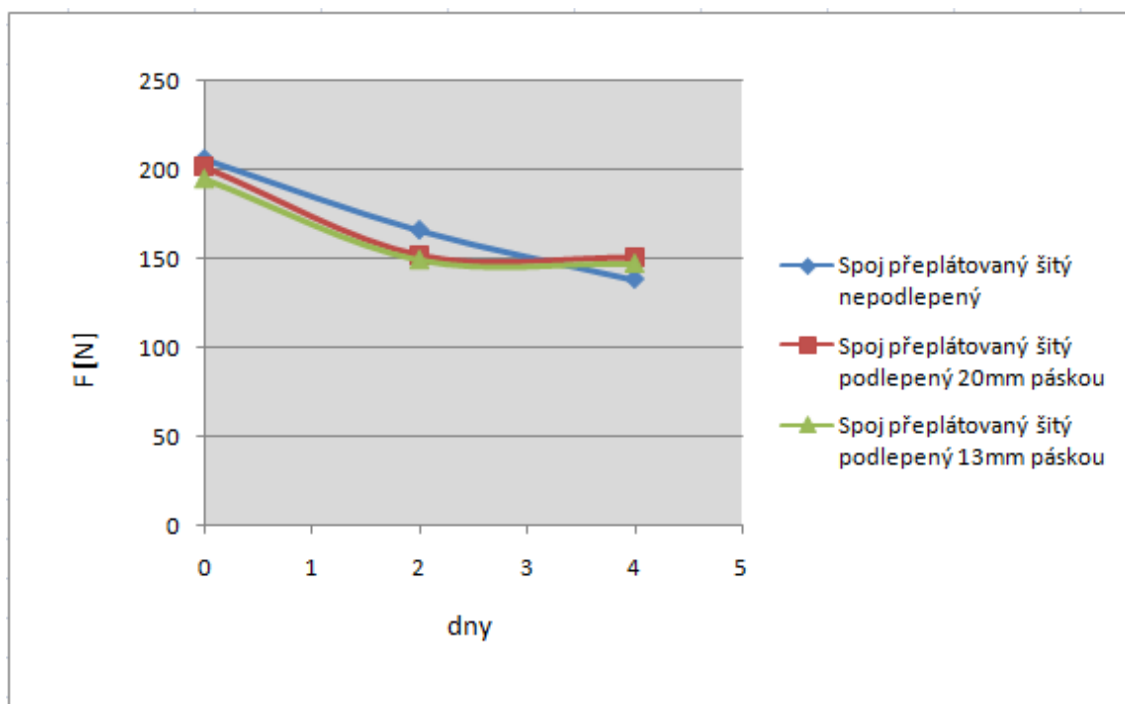
U vzorků spojů spojených v útkovém směru vykazoval nejlepší hodnoty pevnosti spoj přeplátovaný svařovaný. Po dvou dnech působení UV záření klesla jeho pevnost od původní hodnoty o 1,81%, po čtyřech dnech se pevnost sníží o dalších 2,73% a po šesti dnech ozařování 19,07%. Po těchto dalších 48 hodinách vlivu UV záření je pokles pevnosti velmi výrazný. U přeplátovaného spoje šitého, tedy spoje S2, se po dvou dnech působení záření projevil poklesem pevnosti o 4,98% od původní průměrné pevnosti. Po čtyřech dnech vlivu UV záření je pokles o další 3,02% a po šesti dnech ozařování klesla pevnost o 8,15%. Pevnost hřbetového švu šitého od původní pevnosti se sníží po dvou dnech o 3,33%, po čtyřech dnech o 4,87% a po šesti dnech o 10%. Křivka průběhu pevnosti u spoje S2 a S1 se překrývá po dvou dnech působení záření, kdy hodnoty pevnosti těchto spojů jsou rozdílné o 0,1 N tedy o 0,05% s tím, že jednoduchý hřbetový šev má o tento nepatrný rozdíl pevnosti vyšší. Spoj S3 vykazoval nejvýraznější pokles pevnosti od původní hodnoty pevnosti po dvou dnech ozařování. Jedná se o 5,85%. Po následujících dobách ozařování nebyl pokles pevnosti příliš výrazný. Po dalších dvou dnech, čili celkem čtyřech dnech ozařování byl pokles o 0,36%. Po šesti dnech byl pokles pevnosti spoje o 1,41%. Obecně je nižší pevnost spoje ovlivněna typem podlepovací pásky. Nejnižší průměrnou pevností se projevil spoj ultrazvukový hřbetový. Jeho pevnost klesala v časových intervalech od původní hodnoty o 9,8%, o 0,68% a dále pak o 12,76%. V intervalu mezi dvěma a čtyřmi dny nedošlo k výraznému poklesu pevnosti tohoto spoje.

5.1.6 Pevnost přeplátovaného typu spoje v závislosti na podlepení a šířce použité podlepovací pásky

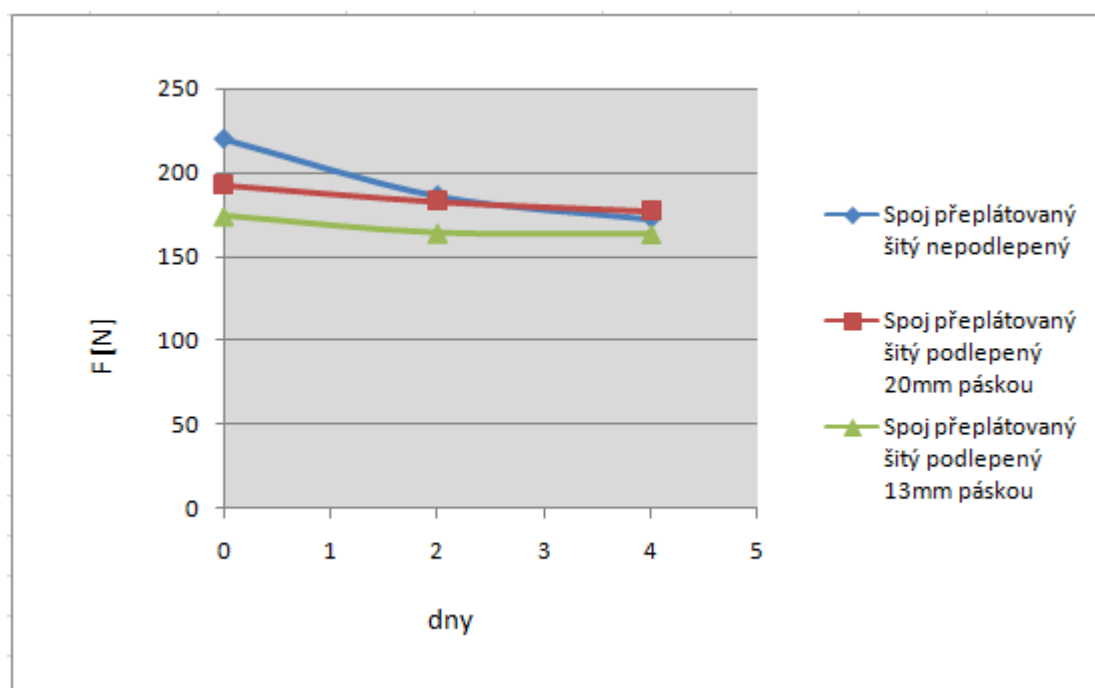
Obrázky 73 - 74 prezentují pokles pevnosti po ozařování spoje šitého přeplátovaného ve třech různých variantách. Jednou je nepodlepená varianta, druhou je podlepená termoplastickou páskou o šířce 13 mm a třetí je podlepený spoj 20mm širokou termoplastickou páskou. Tabulka 21 obsahuje přehled průměrných pevností pro směr osnovní i útkový. V této tabulce je označením „osnova, útek“ myšlen směr přetržených vazných nití v textilií. V příloze 44 - 49 se nacházejí kompletní tabulky měření síly do přetrhu švu pro nepodlepený spoj.

Tabulka 21: Průměrné pevnosti spoje přeplátovaného bez záření a vystaveného 48 hod a 96 hod UV záření

Typ spoje	Pevnost [N]					
	Bez ozáření		Ozářený 48 hod		Ozářený 96 hod	
	osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
Spoj přeplátovaný šitý nepodlepený	220,18	205,86	186,39	165,84	172,46	138,12
Spoj přeplátovaný šitý podlepený 20 mm páskou	192,13	201,14	182,56	151,44	177,04	150,12
Spoj přeplátovaný šitý podlepený 13mm páskou	174,10	194,81	163,92	148,91	163,33	146,86



Obrázek 73: Průměrná pevnost spoje přeplátovaného šitého pro osnovní směr



Obrázek 74: Průměrná pevnost spoje přeplátovaného šitého pro útkový směr

Vyhodnocení výsledků

Pokles pevnosti spoje šitého nepodlepeného spojeného ve směru osnovy byl po dvou dnech ozařování o 19,44% od jeho pevnosti původní. Po čtyřech dnech klesla pevnost o následujících 16, 71%. Pevnost u šitého podlepeného spoje 13mm páskou

se po dvou dnech ozařování projevila poklesem o 23,56 %, po následujících dvou dnech ozařování o 1, 38%. Spoj šitý podlepený páskou o šířce 20 mm vykazoval pokles pevnosti po dvou dnech působení UV záření o 24,71% a po dalších dvou dnech o pouhých 0,87%.

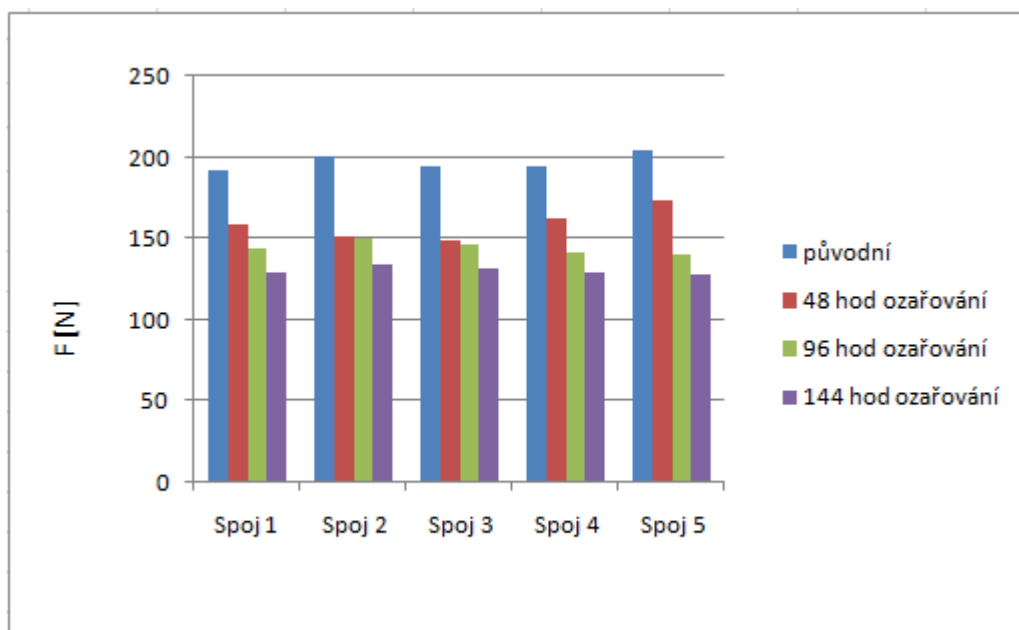
U vzorků šitých po směru útku se v počátečním neozářeném stavu projevoval spoj nepodlepený jako pevnější. Oproti šitému podlepenému s páskou 13mm měl vyšší pevnost o 46,08 N. V porovnání se spojem podlepeným 20 mm páskou měl pevnost vyšší pouze o 28,05 N. Po dvou dnech ozáření došlo k poklesu jeho pevnosti o 15, 35% z původní pevnosti. Po následujících dvou dnech došlo k poklesu o dalších 7,21%. Přeplátovaný spoj s úzkou podlepovací páskou vykazoval nižší pevnost po dvou dnech ozařování o 5,85% a po čtyřech dnech o 0,36%. Podlepený spoj širší páskou měl po dvou dnech působení účinků UV záření o 4,98% nižší pevnost. Po čtyřech dnech působení došlo k nepatrnému poklesu, tedy o dalších pouhých 3,02% pevnosti.

5.1.7 Celkové zhodnocení pevnosti spojů bez ozařování, po ozařování 48, 96, 144 hodinách UV cyklu

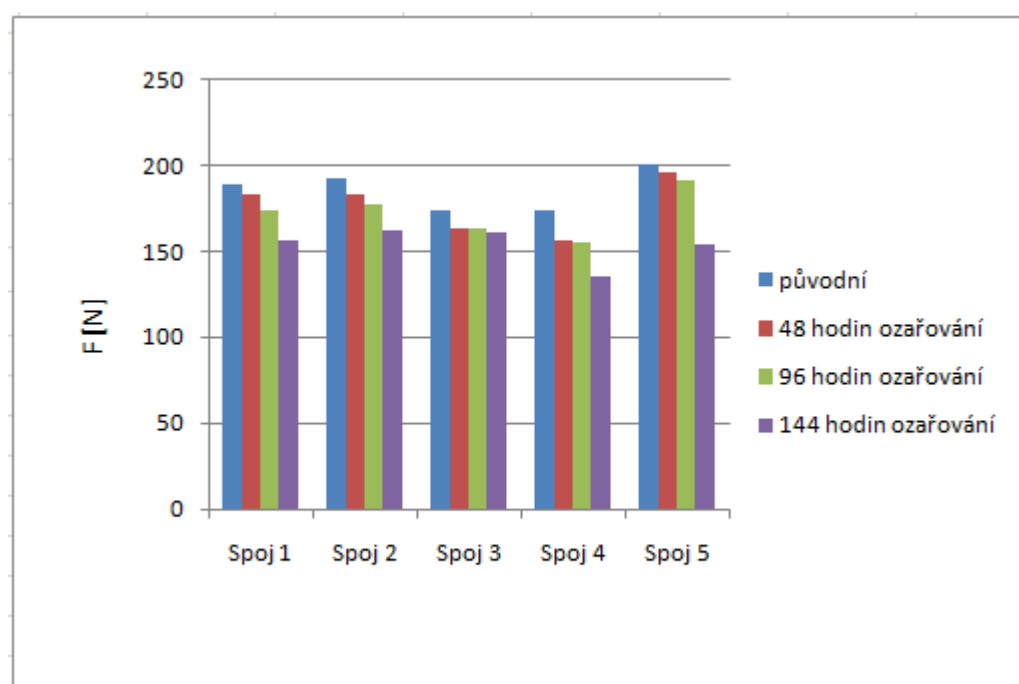
Pro komplexní přehlednost jsou na obrázku 75 - 76 zobrazeny přehledy pevností po ozařování všech pěti porovnávaných spojů pro směr osnova a útku. Tabulka 22 obsahuje přehled průměrných pevností pro směr osnovní i útkový. V této tabulce je označením „osnova, útek“ myšlen směr přetržených vazných nití v textili. Označení švů: **Spoj 1** – jednoduchý hřbetový šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 2** – přeplátovaný šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 3** – přeplátovaný šitý podlepený 13 mm páskou, **Spoj 4** – jednoduchý hřbetový ultrazvukově svařovaný podlepený 20mm páskou, **Spoj 5** – přeplátovaný ultrazvukově svařovaný podlepený 20 mm páskou

Tabulka 22: Průměrné pevnosti všech zkoušených spojů

Typ spoje	Pevnost [N]							
	Bez ozařování		48 hod ozařování		96 hod ozařování		144 hod ozařování	
	osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
Spoj 1	188,95	191,52	182,66	158,56	173,77	144,05	156,40	129,36
Spoj 2	192,13	201,14	182,56	151,44	177,04	150,12	162,65	134,05
Spoj 3	174,1	194,81	163,92	148,91	163,33	146,86	161,02	131,50
Spoj 4	173,79	194,92	156,76	162,05	155,70	142,20	135,83	129,86
Spoj 5	199,43	204,08	195,82	173,82	190,47	140,26	154,14	128,32



Obrázek 75: Přehled průměrných pevností spojů šitých v osnovním směru po zkoušce ozařování



Obrázek 76: Přehled průměrných pevností spojů šitých v útkovém směru po zkoušce ozařování

Vyhodnocení výsledků

V obou směrech bylo patrné, že došlo u všech typů spojů k poklesu pevnosti po vystavení vzorků UV záření. Nejvýraznější je však pokles patrný u pevnosti všech

spojů v osnovním směru a to především po prvních dvou dnech ozařování. Následné další dny ozařování způsobily rovněž pokles pevnosti, ale již ne tak výrazný.

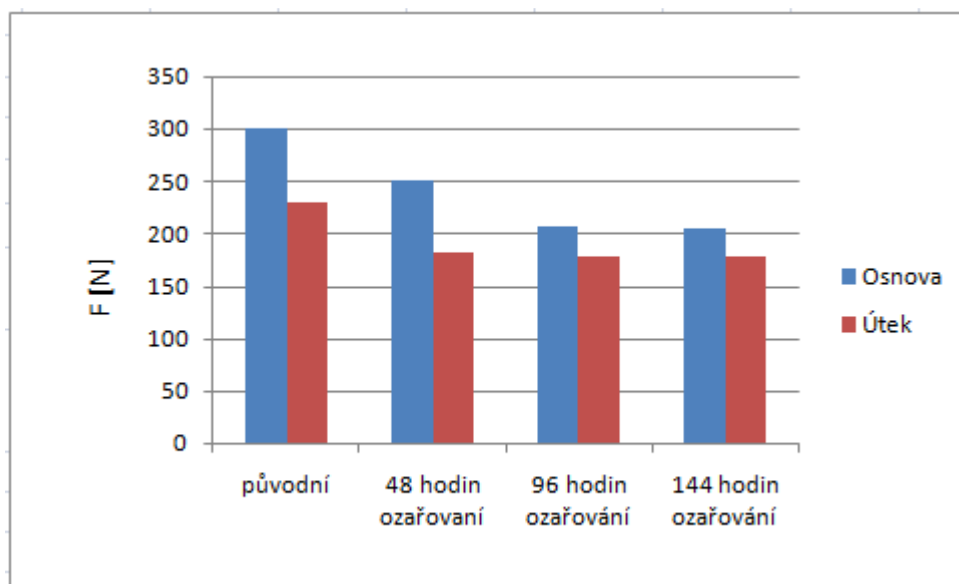
Avšak obecně s rostoucí dobou působení vlivu UV záření hodnota pevnosti spojů klesá. Takto se to potvrdilo u všech hodnocených spojů.

5.1.8 Pevnost vlastního zkoušeného materiálu

Pro porovnání byla zkoušena pevnost vlastního materiálu stříhaného ve směru osnovy a útku, obrázek 77. V příloze 38 - 43 se nacházejí kompletní tabulky měření síly do přetrhu textilie. V tabulce 23 jsou uvedeny průměrné pevnosti materiálu před ozařováním, po ozařování 48, 96, 144 hodin UV cyklu.

Tabulka 23: Průměrná pevnost materiálu

	Pevnost [N]	
	osnova	útek
Původní	302,16	231,36
48 hod ozařování	251,54	181,13
96 hod ozařování	207,45	178,27
144 hod ozařování	205,58	178,27



Obrázek 77: Průměrná pevnost materiálu ve směru osnovy a útku

Vyhodnocení výsledků

Hodnoty pro neozařený materiál byly 302,16 N pro osnovu a pro útek 231,36 N. Po ozaření vykazoval materiál hodnoty 251,54 N ve směru osnovy tedy o 16,75%

pokles od původní pevnosti a 181,13 N ve směru útku, tedy pokles o 21,71%. Po působení 96 hodin vlivu UV záření vykazoval materiál v osnovním směru 207,45 N. Tím došlo k dalšímu poklesu pevnosti o 17,53%. Ve směru útkovém činila hodnota pevnosti 178,27N, což znamená, že pevnost poklesla o 1,58%. Po 144 hodinách ozařování byla hodnota pevnosti osnovy 205,58N a útku 178, 27 N. Osnova poklesla o dalších 0,91% a ve směru útku nedošlo k poklesu pevnosti.

5.2 Hodnocení vlivu údržby na pevnost spojů

Údržba praním je důležitá pro zachování funkčních vlastností materiálu a estetického vzhledu výrobku. U nepromokavých materiálu současně zajišťuje obnovu jejich nepromokavosti. Můžeme ji řadit k dalším činitelům ovlivňujících trvanlivost výrobku během jeho užívání.

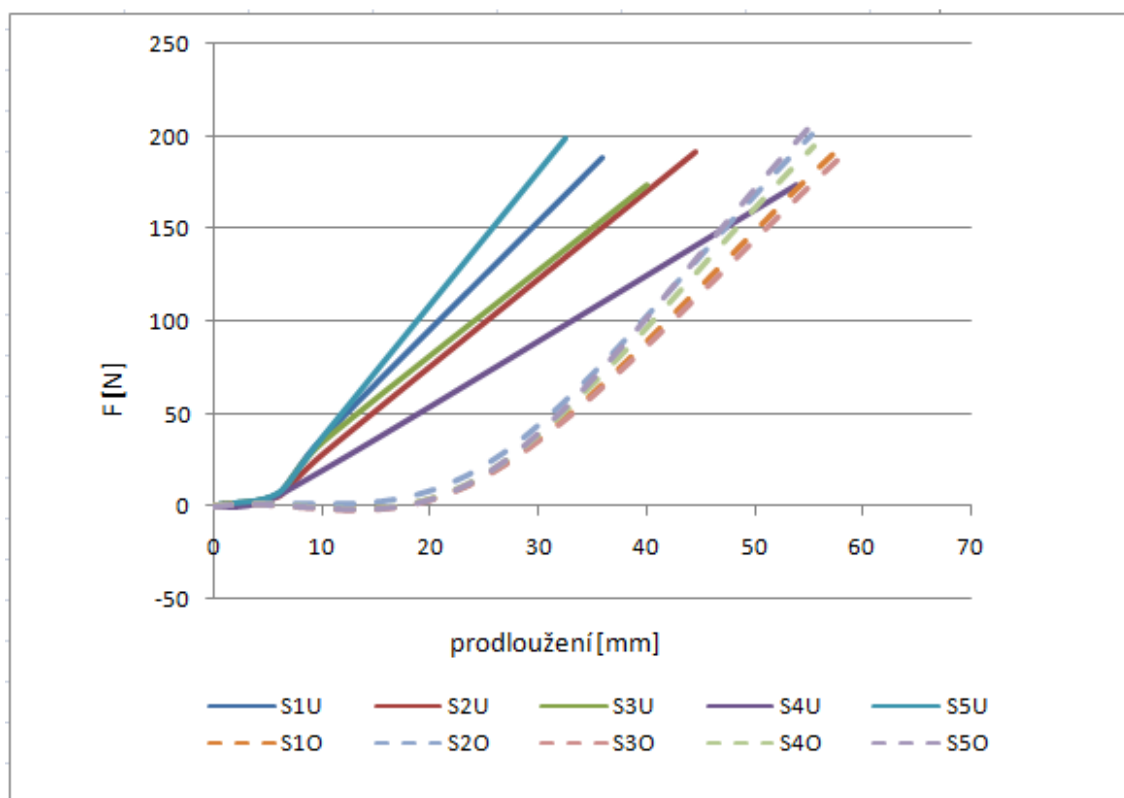
Výsledky pevnosti spojů uvedených v této části práce byly průměrnými hodnotami pro pět typů spojů praných po 1 a 5 cyklech praní.

5.2.1 Spoje bez praní

Průměrné hodnoty pevnosti a tažnosti vzorků spojů bez praní jsou uvedeny v tabulce 24. V této tabulce je označením „osnova, útek“ myšlen směr přetržených vazných nití v textilií. V příloze 2 -7 se nacházejí kompletní tabulky měření síly do přetrhu švu. Vzorky pojmenované v obrázku 78 písmenem **O** značí šev šitý ve směru osnovy. U takových vzorků se trhají útkové nitě. Naopak vzorky pojmenované písmenem **U** značí šev šitý ve směru útku a u zkoušky se přetrhávají osnovní nitě. Označení švů: **Spoj 1** – jednoduchý hřbetový šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 2** – přeplátovaný šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 3** – přeplátovaný šitý podlepený 13 mm páskou, **Spoj 4** – jednoduchý hřbetový ultrazvukově svařovaný podlepený 20mm páskou, **Spoj 5** – přeplátovaný ultrazvukově svařovaný podlepený 20 mm páskou

Tabulka 24: Průměrná pevnost a tažnost spojů bez praní

Typ spoje	Pevnost [N]		Tažnost [%]	
	osnova	útek	osnova	útek
Spoj 1	188,95	191,52	17,91	28,62
Spoj 2	192,13	201,14	22,11	27,5
Spoj 3	174,1	194,81	19,92	29,8
Spoj 4	173,79	194,92	26,75	27,53
Spoj 5	199,43	204,08	16,18	27,31



Pozn.: Zkratky uvedené v obrázku

S1 - Spoj 1, **S2** – Spoj 2, **S3** – Spoj 3, **S4** – Spoj 4, **S5** – Spoj 5

O – šev šitý ve směru osnovy (přetrh nití útkových)

U – šev šitý ve směru útku (přetrh nití osnovních)

Obrázek 78: Průměrné hodnoty pevnosti nepraných spojů

Vyhodnocení výsledků

Ve směru osnovy byla nejvyšší pevnost zaznamenána pro ultrazvukově svařovaný přeplátovaný spoj. Přeplátovaný spoj šitý s podlepovací páskou 20 mm měl v porovnání s ním nižší pevnost o 2,94 N tedy o 1,44%. Spoj S3 naopak vykazoval nejnižší pevnost ze všech tří porovnávaných přeplátovaných spojů. Od spoje S2 činila hodnota jeho pevnosti o 6,33 N méně tedy o 3,15% a od spoje S5 méně o 9,27 N tedy o 4,54%. Spoj S4, tedy jednoduchý hřbetový svařovaný vykazoval třetí nejvyšší hodnotou průměrné pevnosti. Spoj šitý jednoduchý hřbetový měl nejnižší pevnost a v porovnání s ultrazvukově svařovaným jednoduchým hřbetovým jeho průměrná pevnost byla o 3,4N nižší tedy o 1,74%. K porušení vzorků šitých ve směru osnovy došlo tak, že byl porušen laminát v oblasti ozařované plochy a došlo k oddělení a přetrhu vrchní vrstvy laminátu, viz příloha 50 varianta 1.

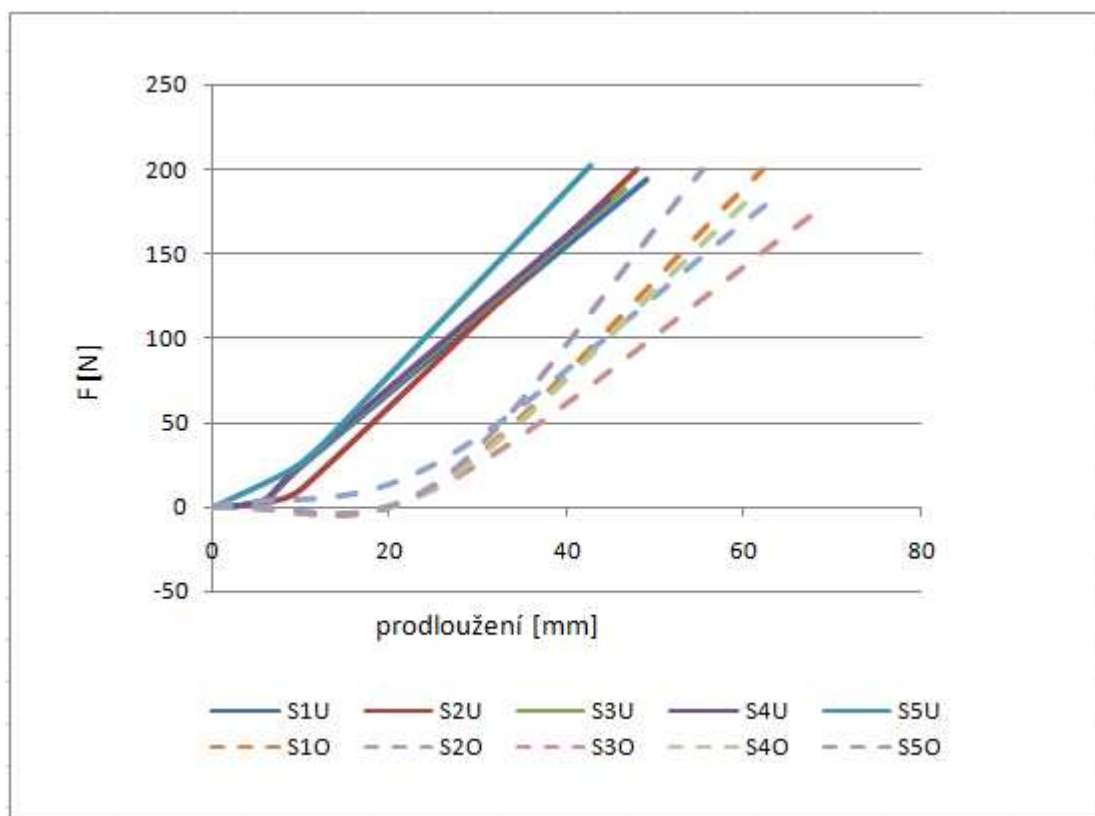
Nejvyšší průměrnou pevnost zkoušeného švu šitého ve směru útku vykazoval ultrazvukově svařovaný spoj přeplátovaný, tedy 199,43 N. Druhou nejvyšší hodnotu pevnosti vykazoval spoj šitý přeplátovaný podlepený 20 mm širokou podlepovací páskou. Jeho pevnost byla o 7,3 N nižší tedy o 3,66% ve srovnání s ultrazvukově spojeným přeplátovaným švem. Spoj šitý přeplátovaný podlepený páskou o šíři 13mm měl oproti šitému přeplátovanému spoji S2 o 18,03 N nižší pevnost, tedy o 9,38%. Ve srovnání s ultrazvukově spojeným vykazoval nižší pevnost až o 25,33 N což bylo 12,7%. Jednoduchý hřbetový šev měl pevnost 188,95 N. V porovnání s ultrazvukově spojeným hřbetovým spojem byla jeho průměrná pevnost vyšší o 15,16 N tedy o 9,55%. Nutno dodat, že k porušení vzorků došlo ve švu, viz příloha 50 varianta porušení 2.

5.2.2 Spoje vystavené 1 cyklu praní

Obrázek 79 zaznamenává průměrné pevnosti spojů vystavených 1 cyklu praní. V tabulce 25 jsou uvedeny průměrné hodnoty pevnosti a tažnosti spojů. V této tabulce je označením „osnova, útek“ myšlen směr přetržených vazných nití v textilií. V příloze 8 - 13 se nacházejí kompletní tabulky měření síly do přetrhu švu. Vzorky pojmenované v obrázku písmenem **O** značí šev šitý ve směru osnovy. U takových vzorků se trhají útkové nitě. Naopak vzorky pojmenované písmenem **U** značí šev šitý ve směru útku a u zkoušky se přetrhávají osnovní nitě. Označení švů: **Spoj 1** – jednoduchý hřbetový šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 2** – přeplátovaný šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 3** – přeplátovaný šitý podlepený 13 mm páskou, **Spoj 4** – jednoduchý hřbetový ultrazvukově svařovaný podlepený 20mm páskou, **Spoj 5** – přeplátovaný ultrazvukově svařovaný podlepený 20 mm páskou

Tabulka 25: Průměrná pevnost a tažnost spojů po 1 cyklu praní

Typ spoje	Pevnost [N]		Tažnost [%]	
	osnova	útek	osnova	útek
Spoj 1	194,24	200,48	24,27	30,78
Spoj 2	199,94	178,29	23,72	30,86
Spoj 3	187,87	178,58	23,07	34,15
Spoj 4	182,27	180,73	22,22	29,98
Spoj 5	202,22	207,69	21,20	27,47



Pozn.: Zkratky uvedené v obrázku

S1 - Spoj 1, **S2** - Spoj 2, **S3** - Spoj 3, **S4** - Spoj 4, **S5** - Spoj 5

O - šev šitý ve směru osnovy (přetrh nití útkových)

U - šev šitý ve směru útku (přetrh nití osnovních)

Obrázek 79: Průměrné hodnoty pevnosti praných spojů po 1 cyklu praní

Vyhodnocení výsledků

Na obrázku 79 je patrné, že u vzorků spojů spojených ve směru osnovy měl opět nejvyšší pevnost spoj S5, tedy ultrazvukově svařovaný přeplátovaný. Spoj S2, přeplátovaný šitý měl ve srovnání o 29,4N nižší pevnost, tedy o 14,15%. Spoj S3 měl o 0,29 N vyšší pevnost tedy o 0,16% než - li spoj S2, který byl zhotovený stejným způsobem, ale podlepený užší podlepovací páskou. Spoj jednoduchý hřbetový se v útkovém směru projevil výrazně pevněji než ve směru osnovním. V porovnání s spojem ultrazvukově svařovaným měl až o 19,75N vyšší pevnost, tedy o 9,85%. K porušení vzorků došlo tak, že byl porušen laminát v ozařované ploše a došlo k oddělení a přetrhu vrchní vrstvy laminátu, viz příloha 50 varianta 1.

V útkovém směru se jako šev s nejvyšší pevností projevil opět spoj ultrazvukově svařovaný přeplátovaný. Druhé nejvyšší hodnoty pevnosti po 1 cyklu praní dosahoval spoj S2. Jeho hodnota pevnosti čila o 2,28N méně, tedy o 1,13%, než u spoje

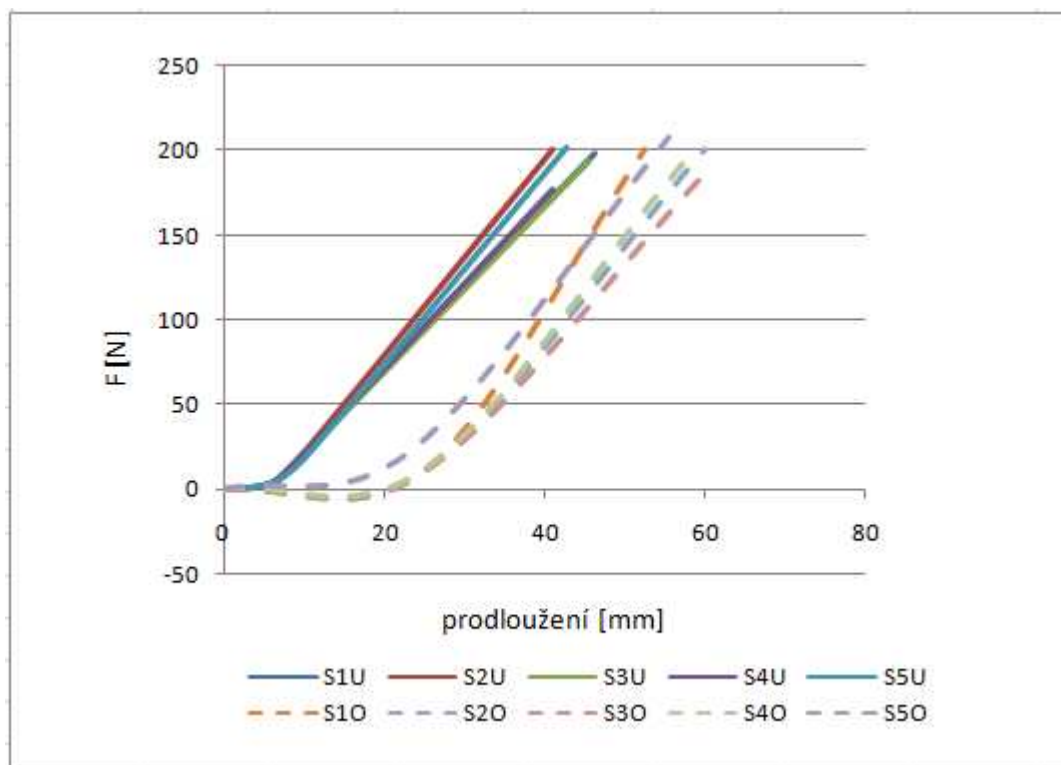
ultrazvukově spojeného. Další z řady přeplátovaných spojů, čili spoj S3 měl hodnotu pevnosti od přeplátovaného spoje S2 o 12,07N nižší, tedy o 6,04%. Z řady hřbetových švů se výrazně pevněji projevoval šitý spoj, jehož hodnota pevnosti byla o 11,97N , tedy o 6,16% vyšší oproti spoji ultrazvukově svařenému. Nutné dodat, že k porušení vzorků došlo ve švu, viz příloha 50 varianta porušení 2.

5.2.3 Spoje vystavené 5 cyklům praní

Obrázek 80 zobrazuje průběh pevnosti spojů po 5 cyklech praní. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 26. V této tabulce je označením „osnova, útek“ myšlen směr přetržených vazných nití v textili. V příloze 14 - 19 se nacházejí kompletní tabulky měření síly do přetrhu švu. Vzorky pojmenované v obrázku písmenem **O** značí šev šitý ve směru osnovy. U takových vzorků se trhají útkové nitě. Naopak vzorky pojmenované písmenem **U** značí šev šitý ve směru útku a u zkoušky se přetrhávají osnovní nitě. Označení švů: **Spoj 1** – jednoduchý hřbetový šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 2** – přeplátovaný šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 3** – přeplátovaný šitý podlepený 13 mm páskou, **Spoj 4** – jednoduchý hřbetový ultrazvukově svařovaný podlepený 20mm páskou, **Spoj 5** – přeplátovaný ultrazvukově svařovaný podlepený 20 mm páskou

Tabulka 26: Průměrná pevnost a tažnost spojů po 5 cyklech praní

Typ spoje	Pevnost [N]		Tažnost [%]	
	osnova	útek	osnova	útek
Spoj 1	198,46	200,68	22,91	25,98
Spoj 2	200,58	200,29	23,04	29,65
Spoj 3	193,99	187,48	22,52	29,81
Spoj 4	177,28	192,28	20,28	28,40
Spoj 5	202,22	207,69	21,20	27,47



Pozn.: Zkratky uvedené v obrázku

S1 - Spoj 1, **S2** – Spoj 2, **S3** – Spoj 3, **S4** – Spoj 4, **S5** – Spoj 5

O – šev šitý ve směru osnovy (přetrh nití útkových)

U – šev šitý ve směru útku (přetrh nití osnovních)

Obrázek 80: Průměrné hodnoty pevnosti praných spojů po 5 cyklech praní

Vyhodnocení výsledků

Mezi vzorky spojů spojovaných ve směru osnovy se s nejvyšší pevností prezentoval spoj S5, tedy přeplátovaný svařovaný ultrazvukem. Spoj S2, šití přeplátovaný, měl v porovnání s ním o 7,4N tedy o 3,56% nižší pevnost. Spoj S3 vykazoval pokles pevnosti od spoje pět o 20,21N, což bylo o 9,73% a od spoje S2 o 12,81N, tedy o 6,39%. Hřbetový šitý, tedy spoj S1 měl téměř srovnatelnou pevnost se spojem S2, jen nepatrně vyšší o 0,39N. Spoj hřbetový ultrazvukově svařovaný se v tomto směru projevil pevněji nežli spoj šitý přeplátovaný o 4,8N. Ve srovnání se spojem S1 měl pevnost nižší o 8,4N, tedy o 4,19%. K porušení vzorků došlo tak, že byl porušen laminát v ozařované ploše a došlo k oddělení a přetrhu vrchní vrstvy laminátu, viz příloha 50 varianta 1.

U vzorků spojených v útkovém směru byl spojem s nejvyšší pevností spoj přeplátovaný zhotovený technologií svařováním, s hodnotou průměrné pevnosti 202,22N. I ze série přeplátovaných spojů měl nejvyšší hodnotu pevnosti. Přeplátovaný

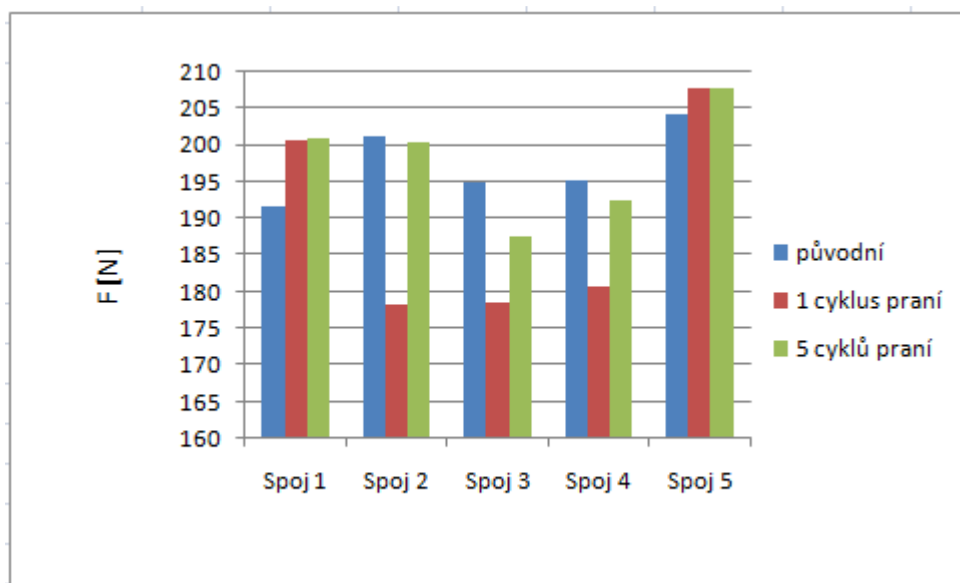
spoj S2 měl ve srovnání o 1,64N, tedy o 0,81% nižší pevnost a spoj S3 měl nižší pevnost až o 8,23N což bylo 4,07%. Spoj hřbetový šitý měl jako třetí nejvyšší hodnotu pevnosti. Ve srovnání s ním měl ultrazvukově svařovaný spoj o 21,18N nižší pevnost, tedy o 10,67%. Nutné dodat, že k porušení vzorků došlo ve švu, viz. příloha 50 varianta porušení 2.

5.2.4 Celkové zhodnocení průměrné pevnosti spojů bez praní, po praní a po 5 cyklech praní

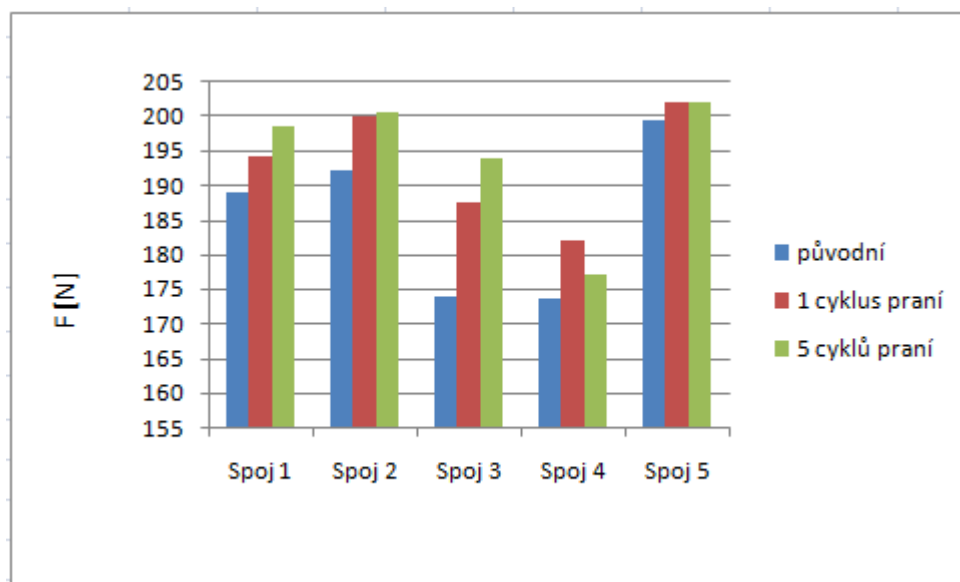
Obrázky 81 – 82 znázorňují pevnost spojů spojených ve směru osnova i útku při porovnání bez praní, po 1 cyklu a po 5 cyklech praní. Tabulka 27 obsahuje průměrné hodnoty maximální síly do přetrhu spojů. V této tabulce je označením „osnova, útek“ myšlen směr přetržených vazných nití v textili. Označení švů: **Spoj 1** – jednoduchý hřbetový šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 2** – přeplátovaný šitý podlepený 20 mm páskou, **Spoj 3** – přeplátovaný šitý podlepený 13 mm páskou, **Spoj 4** – jednoduchý hřbetový ultrazvukově svařovaný podlepený 20mm páskou, **Spoj 5** – přeplátovaný ultrazvukově svařovaný podlepený 20 mm páskou.

Tabulka 27: Průměrná pevnost spojů

Typ spoje	Pevnost [N]					
	Bez praní		1 cyklus praní		5 cyklů praní	
	osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
Spoj 1	188,95	191,52	194,24	200,48	198,46	200,68
Spoj 2	192,13	201,14	199,94	178,29	200,58	200,29
Spoj 3	174,1	194,81	187,87	178,58	193,99	187,48
Spoj 4	173,79	194,92	182,27	180,73	177,28	192,28
Spoj 5	199,43	204,08	202,22	207,69	202,22	207,69



Obrázek 81: Průměrná pevnost spojů šitých ve směru osnovním



Obrázek 82: Průměrná pevnost spojů šitých ve směru útkovém

Vyhodnocení výsledků

V osnovním směru došlo u spojů S2, S3 a S4 po jednom pracím cyklu k výraznému poklesu pevnosti. Po následujících dalších čtyřech cyklech praní průměrná hodnota pevnosti těchto spojů opět vzrostla, ale i přesto byla nižší ve srovnání s původními nepranými vzorky. Spoj S1 vykazoval po jednom pracím cyklu vyšší hodnotu průměrné pevnosti ve srovnání s pevností nepraných vzorků, tedy o 8,96N. Po následných čtyřech pracích cyklech došlo k vzrůstu pevnosti o nepatrných 0,2N. Spoj S5 měl rovněž po jednom praní vyšší hodnotu pevnosti. Jeho pevnost se zvýšila o 3,61 N. Po dalších cyklech se tato hodnota nezměnila.

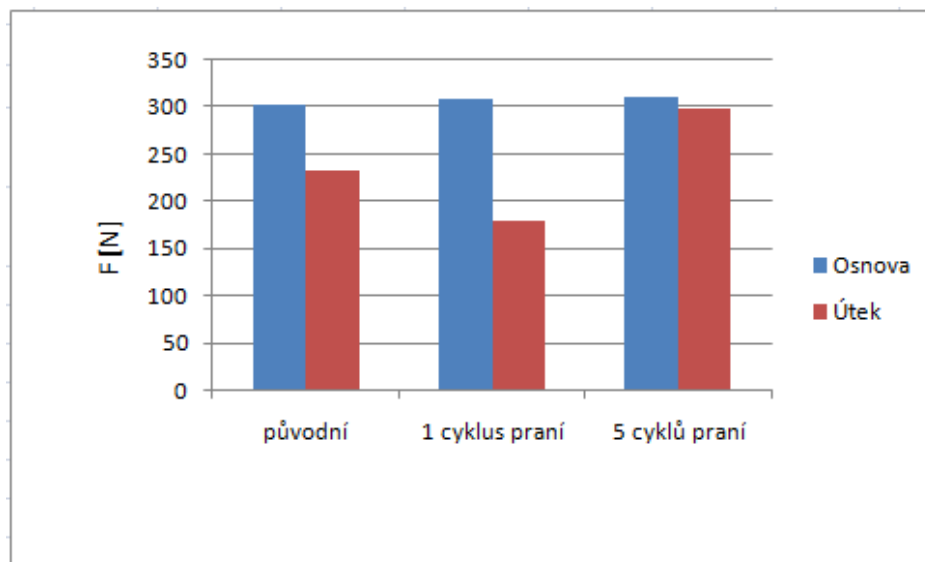
V útkovém směru se s rostoucím počtem cyklů praní zvyšovala pevnost u spojů S1, S2, S3. U spoje S4 došlo po jednom cyklu praní k výraznému zvýšení až o 8,48N. Po následujících čtyřech cyklech praní došlo k poklesu pevnosti o 4,99N. Ale i přesto byla pevnost o 3,49 N vyšší než u původních nevypraných vzorků. Spoj S5 zaznamenal po prvním cyklu praní zvýšení pevnosti o 2,79N. Po pátém cyklu praní se hodnota pevnosti nezměnila.

5.2.5 Pevnost vlastního materiálu bez praní, po praní 1 cyklu a 5 cyklů

Pro hodnocení byla provedena zkouška pevnosti vlastního použitého materiálu ve směru osnovy a útku, obrázek 83. V příloze 38 – 43 se nacházejí kompletní tabulky měření síly do přetrhu materiálu. Průměrné hodnoty pevnosti materiálu jsou uvedeny v tabulce 28. Kompletní hodnoty tažnosti a pevnosti jsou v příloze 38 – 43.

Tabulka 28: Průměrné hodnoty pevnosti materiálu

	Pevnost [N]	
	osnova	útek
Původní	302,16	231,36
Po 1 cyklu praní	306,81	178,31
Po 5 cyklech praní	308,96	296,67



Obrázek 83: Průměrná pevnost materiálu po praní ve směru osnovy a útku

Vyhodnocení výsledků

I v případě hodnocení vlivu praní byla provedena zkouška pevnosti nesešitého materiálu ve směru osnovy a útku, obrázek 74. Hodnoty pro nepraný materiál byly 302,16 N pro osnovu a pro útek 231,36. Po 1 cyklu praní materiál vykazoval hodnoty 306,81 N pro osnovu, tedy o 1,53 % vzrostl od původní pevnosti. Hodnotu pevnosti 178,31 N představoval útek, tato hodnota klesla o 22,93%. Po působení 5 pracích cyklů vykazoval materiál v osnovním směru 308,96 N. Tím došlo k nárůstu pevnosti o 0,7%. Ve směru útkovém činila hodnota pevnosti 296,67 N, což znamená, že pevnost vzrostla o 28,23 %.

5.3 Hodnocení zkoušky odolnosti smáčení povrchu

Tato zkouška je založená na principu hodnocení stupně smáčení povrchu, která vyjadřuje míru odolnosti povrchu textilie vůči smáčení. Hodnocení stupně smáčení se provádí pomocí stupnice etalonů [39].

Zkouška stupně smáčení povrchu byla do hodnocení zahrnuta z toho důvodu, abychom zjistili možné změny nepromokavosti švu a materiálu poté, co byly vzorky vystaveny ozařování a praní.

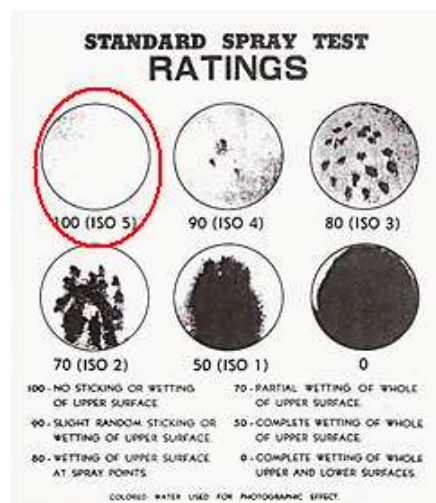
Vyhodnocení výsledků

Z provedeného měření bylo zjištěno, že všechny vzorky, ať již ponechané v původním stavu, či prané po 1 nebo 5 cyklech praní, nebo vystavené působení všech třech cyklů ozařování, vykazovaly stále stejný charakter povrchu srovnatelný se stupnicí 5 z předepsané stupnice pro hodnocení, viz obrázek 84. Tato stupnice je definovaná jako: „*Žádné smočení, žádné kapky na ploše*“ [39], viz obrázek 85. V případě praní lze z výsledků konstatovat, že používané prací prostředky účinně fungují a zabezpečují obnovu impregnační vrstvy textilie a tím ji chrání před smáčením.

V případě výsledků zkoušky vzorků vystavených ozařování lze říci, že UV záření nenarušilo textilií v ploše ani v místě spoje tak, že by došlo k jejich smáčení. Dalo by se říci, že ozařování v tomto smyslu vliv nemá.



Obrázek 84: Povrch vzorku po zkoušce smáčení povrchu



Obrázek 85: Stupnice 5 z předepsané stupnice pro hodnocení (etalon)[55]

6 Diskuse výsledků

Z výsledků posouzení vlivu pevnosti spoje v závislosti na podlepení zkoušeného u přeplátovaného typu spoje lze konstatovat, že se nepotvrdila tvrzení ze studií z Národní univerzity Pusan z katedry textilní techniky v Korei uvedených v teoretické části práce. Podle jejich zjištění se spoj po aplikaci termoplastické pásky stává pevnějším. Z výsledků v této práci to bylo naopak. Spoje šité ve směru osnovy i útku vykazovaly vyšší hodnoty pevnosti před podlepením. Po podlepení se jejich pevnost snížila. Čím menší šíře pásky byla použita, tím nižší byla hodnota pevnosti. Přitom technologické parametry pro konvenční spojování byly stejné. Rovněž i parametry pro podlepení páskou byly shodné. Ale z výsledků je vidět, že šíře pásky významně ovlivňuje pevnost spoje.

Z výsledků vlivu záření je možné obecně konstatovat, že s rostoucí dobou působení vlivu UV záření na spoj bude hodnota jeho pevnosti klesat. Takto se to potvrdilo u všech hodnocených spojů. Vliv na to může mít materiálové složení. Neboť různé syntetické materiály mají odlišné vlastnosti a podléhají účinkům UV záření zcela odlišným způsobem.

Při hodnocení zkoušky praním se předpokládalo, že s rostoucím počtem pracích cyklů poklesne pevnost jednotlivých spojů. Tento předpoklad se zcela nepotvrdil. Naopak, z výsledků je možné říci, že s rostoucím počtem pracích cyklů se hodnoty průměrných pevností u většiny spojů zhotovených z daného materiálu zvyšují. Takto se projevovaly průměrné hodnoty pevnosti zejména pro spoj šitý hřbetový šitý ve směru osnovy i útku, pro spoj přeplátovaný šitý podlepený 20mm podlepovací páskou šitého po směru osnovy, dále pro spoj šitý přeplátovaný s 13mm podlepovací páskou rovněž šitého ve směru osnovy, a pro spoj ultrazvukově spojený přeplátovaným typem švu pro oba směry šití. Ale kromě vzrůstu pevnosti došlo i u některých typů spojů k poklesu jejich průměrných pevností. Pokles průměrné pevnosti s rostoucím počtem cyklu praní nastává u spoje hřbetového svařovaného ultrazvukem. Snížení pevnosti spoje se projevilo v obou směrech, tedy u vzorků šitých po osnově i útku. Dále pokles pevnosti vykazovaly i vzorky spoje šitého přeplátované s podlepovací páskou 13 i 20 mm, ale pouze u vzorků šitých ve směru útku.

Po ozařování vlastního materiálu lze říci, že došlo k poklesu jeho průměrné pevnosti s rostoucí dobou působení účinků UV záření, tedy ve směru osnovy i útku. To znamená, že UV záření ovlivňuje textilní materiály spíše v negativním slova smyslu.

Z výsledků hodnocení vlivu praní je možné konstatovat, že s rostoucím počtem cyklů roste i pevnost vlastního materiálu stříženého ve směru osnovy. Ve směru útku došlo po 1 cyklu k poklesu pevnosti a po následujících dalších čtyřech cyklech došlo k nárůstu průměrné pevnosti na takovou hodnotu, která převyšovala hodnotu průměrné pevnosti původního nepraného vzorku. Obecně tedy lze říci, že zvyšující se počet pracích cyklů má u tohoto materiálu příznivý vliv na zvýšení jeho pevnosti.

Z provedené zkoušky smáčení povrchu se u vzorků neprojevovaly změny stupně smáčení. Neboť při praní se používají prací prostředky pro obnovení impregnační vrstvy, takže nemohlo dojít ke smočení. Pouze to potvrzuje, že zvolený impregnační prostředek plní svou funkci. U vzorků ozařovaných se rovněž neprojevovaly žádné změny. Vliv UV záření se v tomto směru nepotvrdil. Z toho je jasné, že UV záření způsobovalo degradaci pouze vrchní části materiálu, ze které je laminát složen a k poškození střední vrstvy materiálu, tedy membrány, která u tohoto typu materiálu brání pronikání vody skrz textilií vůbec nedošlo.

7 Návrh optimálního nastavení technologických podmínek tvorby podlepených švů, kombinace materiálů a podmínek během užívání pro dosažení maximální trvanlivosti podlepených švů

V rámci této diplomové práce byl pro experimentální část použit pouze jeden typ plošné textilie. Jednalo se o třívrstvý laminát japonské značky Ammaterace. Tento materiál se používá k výrobě oděvů pro outdoorové účely. Navržené a zkoušené typy švů se odvíjely od účelu použitého materiálu. Pro jejich zhotovení bylo nutno použít rovněž další komponenty jako termoplastickou pásku určenou k podlepení (doporučená od výrobce materiálu) a šicí nitě. Z tohoto důvodu se bude návrh optimálních podmínek tvorby podlepených švů vztahovat pouze ke švům používaným k výrobě sportovního oblečení.

Při volbě vhodné podlepovací pásky je dobré vybírat takovou, která je doporučena přímo výrobcem materiálu. Hlavním důvodem je, že výrobce poskytuje informace a technologické parametry pro nastavení pásky na šev. Další výhodu poskytuje v tom směru, že v případě dodržení všech podmínek pro podlepování, ručí za kvalitu zpracování a zaručuje 100% plnění požadavků kladených na spoje. Bohužel nebylo v této práci možno ověřit toto tvrzení z důvodů špatné dostupnosti materiálů. Rovněž je důležité zvolit vhodnou šíři podlepovací pásky. Tyto pásky mohou být dodávány v různých šířích. Čím užší je šířka pásky, tím menší bude přírůstek hmotnosti k celkové hmotnosti oděvu, která hraje u některých výrobků také důležitou roli. Šířce pásky je pak důležité přizpůsobit šíři švové záložky švu. Důležitým poznatkem z výsledků experimentu bylo zjištění, že i šíře pásky ovlivňuje pevnost spoje. Při použití pásky o šířce 13 mm a 20mm u spoje tvořeného za stejných podmínek, bylo zjištěno, že užší páska poskytuje nižší zabezpečení pevnosti spoje. Proto bych navrhovala použít širší typ termoplastické pásky především pro spoje, které bývají nejvíce namáhány.

Šicí nitě se používají vždy ze 100% polyesteru v s hydrofobní úpravou či bez. U některých výrobků po použití nití s hydrofobní úpravou ke spojování není třeba použít dále podlepovací pásky. Výrobce i tak garantuje 100% nepromokavost. Použitím pásky by zbytečně navyšovalo cenu výrobku a přitom by bylo bezúčelné, protože i bez podlepení se výrobce zaručuje za garanci 100% nepromokavosti. Např. u stanů. I volba

správné jemnosti šicí nitě používané ke spojení švů pro konvenční způsob je důležitá. Vychází z jemnosti zpracovávaného materiálu. Šicí nit používanou k případnému prošívání z lící strany je vhodné volit o vyšší jemnosti. Neboť z lící strany povrchu spoje dochází k většímu namáhání. Z toho důvodu je vhodné volit šicí nit s vyšší pevností a odolností vůči oděru.

Délka stehu se pohybuje mezi 3 – 5 cm a používanou třídou je 300, tedy dvou a vícenitné vázané. Počet stehů se volí vždy podle jemnosti materiálu.

Typy používaných švů zahrnují třídu hřbetových a přeplátovaných. V daném experimentu této práce byly pro použitý materiál hodnoceny spoje právě těchto dvou tříd. Volba a návrh spojů vycházely z poznatků z rešeršní části, kde se zabývala nejčastěji se vyskytujícími druhy spojů u produktů nabízených na současném trhu. Přeplátované švy mají obecně vyšší pevnost v porovnání s hřbetovými. Z experimentu lze potvrdit, že tomu tak skutečně bylo. Pro oba dva typy byly švy tvořené jak konvenčním způsobem, tak i nekonvenčním způsobem spojování. Konvenční způsob zahrnoval šití s počtem stehů 3 na délku 1cm. Nekonvenční způsob zahrnoval spojování pomocí ultrazvuku. Podmínky pro spojování se odvíjí vždy od druhu použitého stroje a rovněž od materiálového složení použité plošné textilie. Vhodně zvolené podmínky pro dané materiálové složení rozhodují o výsledné pevnosti spoje.

Z výsledků experimentu bych pro tento materiál doporučila použít tedy třídu přeplátovaných spojů. Parametry konvenčního spojování se z výsledků jeví jako dostačující. Podmínky pro nekonvenční spojování pomocí ultrazvuku bych pro tento materiál také doporučila použít. Hřbetový spoj spojovaný konvenční technologií vykazoval poměrně dobré průměrné hodnoty pevnosti. Naopak spoj hřbetový ultrazvukově spojovaný se projevil jako nevhodný.

Pro zhotovení spojů je možné použít rovněž i jiné technologie. Z důvodů dostupnosti strojního vybavení nebylo možné posoudit spoje tvořené jinými technologiemi.

8 Závěr

Cílem diplomové práce bylo analyzovat činitele a ohodnotit míru jejich vlivu na trvanlivost spojů.

Rešeršní část se zabývala teoretickými poznatky o technologii zhotovování podlepených spojů, dále články o jejich vlastnostech. V práci jsou také shrnuty vlivy působící na vlastnosti švů od fáze výroby až po vlivy působící během užívání výrobku.

Experimentální část byla věnována návrhu spojů a technologické přípravě zkušebních vzorků. Dále byla zaměřena na návrh vybraných vlivů působících při použití výrobku. K vybraným faktorům patřily údržba a ozařování v simulačním zařízení Atlas UVCON, neboť s těmito vlivy se výrobky při použití dostanou do kontaktu nejčastěji. Pro hodnocení jejich vlivu byl proměřen stupeň smáčivosti povrchu vzorků spojů a zkoušení pevnosti a tažnosti podlepených švů.

Výsledky pevnosti švů se odvíjely od typu, nastavení technologických parametrů, vlastností použitého materiálu a drobné přípravy používané ke zhotovení spojů. Z výsledků bylo vidět, že volba přeplátovaných spojů se jeví jako nejvhodnější pro zabezpečení vysoké pevnosti spoje. Rovněž i šíře pásky ovlivňuje významně pevnost. Tyto výsledky jsme mohly zaznamenat u přeplátovaného spoje šitého, kde pro tento druh spoje byla zvolena páska o větší a menší šířce.

Z výsledků vlivu záření je možné obecně konstatovat, že s rostoucí dobou působení vlivu UV záření na spoj bude hodnota jeho pevnosti klesat. Takto se to potvrdilo u všech hodnocených spojů v této diplomové práci. Odolnost vůči vlivu UV záření je dána i typem materiálu, do jisté míry jeho materiálovým složením. Neboť pro tento daný experiment byl hodnocen laminát, jehož vrchní vrstva byla ze 100% polyamidu, o kterém je známo, že rychleji degraduje působením UV záření. Z toho lze vyvodit závěr, že degradaci podléhala pouze vrchní vrstva laminátu, což se projevilo způsobem porušení spojů. Při hodnocení stupně smáčivosti se neprojevovaly žádné změny. Vliv UV záření se v tomto směru nepotvrdil.

Z výsledků vlivu praní je možné konstatovat, že s rostoucím počtem působení vlivu pracích cyklů se hodnoty průměrných pevností spojů zpracovávaných z daného použitého materiálu převážně zvyšují pro spoj šitý hřbetový šitý ve směru osnovy i útku, pro spoj přeplátovaný šitý podlepený 20mm podlepovací páskou šitého po směru osnovy, dále pro spoj šitý přeplátovaný s 13mm podlepovací páskou rovněž

šitého ve směru osnovy, a pro spoj ultrazvukově spojený přeplátovaným typem švu pro oba směry šití. K poklesu průměrné pevnosti s rostoucím počtem cyklu praní došlo pouze u spoje hřbetového svařovaného ultrazvukem a to pro vzorky šité v obou směrech, tedy po osnově i útku.. Dále pokles pevnosti vykazovaly i vzorky spoje šitého přeplátované s podlepovací páskou 13 i 20 mm, ale pouze u vzorků šitých ve směru útku. Z provedené zkoušky smáčení povrchu se u vzorků neprojevovaly změny stupně smáčení.

K poškození vzorků pro neozářené neprané, dále pro ozářené po 48, 96 a 144 hodinách i po praní 1 a 5 cyklů došlo vždy ke stejnému porušení vzorku. U vzorků spojů šitých po osnově došlo k poškození laminátu v ploše a u vzorků šitých ve směru útku došlo k poškození laminátu v místě švu, tím je myšleno oddělení vrchní vrstvy laminátu.

Pro dosažení vyšší pevnosti spůjů bych doporučila pro tento materiál používat spoje přeplátované jak šité, tak rovněž i zpracované nekonvenčními metodami a pro podlepení zvolit širší typ podlepovací pásky, tedy 20 mm.

Seznam použité literatury

- 1 Direct Alpine. Technologie a konstrukční zajímavosti. [online][19.11.2011]. URL:< <http://www.directalpine.cz/technologie-a-konstrukcni-zajimavosti>>
- 2 Ing. Krebsová, M.: Technologie II. – Oděvnictví. Vydala Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, Ediční středisko VŠST Liberec, r. 1990, 164 stran. ISBN 80-7083-049-2.
- 3 Kučerová, I., Ohlídalová, M., Vávrová, P., Škrdlantová, M., Doubravová, K.: Ústav chemické technologie restaurování památek. Koroze plastů. Článek číslo 3.0 a 3.2.[online][29.4.2012].URL:< www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/.../koroze_materialu_pro.../3_0.pdf,
www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/.../koroze_materialu_pro.../3_2.pdf>
- 4 Cyklistika Krnov. Oblečení – používané materiály. [online][13.11.2011]. URL:< <http://www.cyklistikakrnov.com/Cykloinformace/Obleceni-Pouzivane-materialy.htm>>
- 5 Ing. Kovačič, V.: Kapitoly z textilního zkušebnictví II. Vydala Technická univerzita v Liberci, r. 2004, 69 stran. ISBN 80-7083-825-6
- 6 Ing. Fléglová, Z.: Zpracovatelské a užitné vlastnosti oděvních materiálů. Systém vrstvení oděvů. [online][12.1.2012]. URL:<>
- 7 Ing. Zelová, K.: Výroba oděvů. [online][12.12.2011]. URL:<http://www.kod.tul.cz/predmety/ODE/prednasky/LS_kombinace%20p%C5%99ed%C3%A1%C5%A1ek_sojovac%C3%AD%20proces.pdf>.
- 8 PROF. Ing. Motejl CSc, V.: Stroje a zařízení v oděvní výrobě. SNTL – nakladatelství technické literatury, Praha 1984, r. 1984, 340 stran.
- 9 Ing. Zouharová, J. a spol: Oděvní technologie II. Neortodoxní způsoby spojování. Vydala Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. 2004. ISBN 80-7083-782-9
- 10 Machaňová, D., Wiener, J.: Údržba textilií. Praní. Vydala Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, 2009.

- 11 Machaňová, D., Wiener, J.: Údržba textilií. Sušení. Vydala Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, 2009.
- 12 Outdoor guide, časopis pro život za dveřmi. Typologie materiálů, vše kolem textilií – Zátěr a membrána. [online][4.1.2012]. URL:<
<http://www.outdoorguide.cz/zater-a--membrana-40.html> >
- 13 Kalimera - průvodce světem cestování a vybavení. Membrány a zátěry pod lupou. [online][4.1.2012] URL:
<http://www.kalimera.cz/membrany_a_zatery_pod_lupou.html>
- 14 Seam Characteristic of Breathable Waterproof Fabric with Variout Finishing Methods.[online][12.11.2012]. URL:< <http://knihovna.tul.cz/cat/Databaze-44.php?r=SCOPUS&u=http://www.scopus.com>>
- 15 Rejoice black. Materiály. [online][5.1.2012]. URL:<
<http://www.rejoiceblack.cz/materialy.html>>
- 16 Pfaff Industrial. Welding machina.[online][20.10.2012].URL:<<http://www.pfaff-industrial.de/pfaff/en/product-range/Welding%20machines>>
- 17 Strima.[online][28.10.2012].
URL:<http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=strima-twb-52.pdf&source=web&cd=3&ved=0CDQQFjAC&url=http%3A%2F%2Fsi.strima.com%2Finfo%2Fpliki%2FTWB2009%2FSTRIMA-TWB-52.pdf&ei=PwWQUKH8mk4gS__4Fo&usg=AFQjCNEqmktGz30dt4b9rj5LKOcbTwjTMQ&cad=rja>
- 18 Prodej a opravy oděvních strojů Propos.[online][2.5.2012].
URL:<<http://www.propos.cz/prumyslove-stroje/juki/juki-ddl-8700-222.html>>
- 19 Svět Outdooru. Sbohem nitě?[online][24.11.2012].
URL:<<http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107623-sbohem,-nite>>
- 20 Tilak. [online] [18.4.2012]. URL:<
<http://www.tilak.cz/stranky.php?lang=cz&page=20&seo=sila-detailu>>
- 21 Outdoor guide. Časopis pro život za dveřmi. [online][24.5.2012]. URL:<
<http://www.outdoorguide.cz/osetrovani-funkcnich-textilii-55.html>>

- 22 Emerson Industrial Automation. Textile and Film processing.[online][24.5.2012]. URL:< <http://www.emersonindustrial.com/en-US/branson/Products/plastic-joining/ultrasonic-plastic-welders/textile-and-film-processing/Pages/default.aspx><
- 23 Snow.cz. Třetí, ochranná vrstva oděvu.[online][24.5.2012]. URL:< <http://snow.cz/clanek/865-treti-ochranna-vrstva-odevu>>
- 24 Růžičková, D.: Oděvní materiály. Liberec: TUL, 2003. ISBN 80 – 7083 – 682-2
- 25 Pfaff. Industrial. Pfaff seam testing station. [online][6.11.2012]. URL:< http://www.pfaff-industrial.com/pfaff/en/product-range/Welding%20machines/seam_testing_station>
- 26 Bemis building bonds that last. [online][24.5.2012]. URL:< <http://www.bemisworldwide.com/careers/>>
- 27 Whole Bonding Garment. [online][1.1.2012]. URL:< <http://bonding.gnx.jp/html/materials.htm>>
- 28 Havelka A., Halasová A. : Tepelné a vlhkotepelné tvarování v konfekci.Vydala Technická univerzita v Liberci. 2003. Str. 95 – 99. ISBN 80–7083–713-6.
- 29 Sluneční záření. [online][12.11.2012]. URL:< kof.zcu.cz/st/dp/hosnedl/html/slunecni.html>
- 30 Liposukce.cz. Charakteristika slunečního záření. [online][12.11.2012]. URL:< <http://www.liposukce.cz/plasticka-chirurgie/kozni-nadory/charakteristika-slunecniho-zareni.htm>>
- 31 Voglová, L.: Vliv povětrnostních podmínek na změnu fyziologických vlastností oděvních mat s hydrofilní úpravou.
- 32 Konzultace ve firmě Direct Alpine a.s.
- 33 Mechanical Properties of Breathable Waterproof Fabrics with Seaming and Sealing Processes [online][12.11.2012]. URL:<

<http://knihovna.tul.cz/cat/Database-44.php?r=SCOPUS&u=http://www.scopus.com>>

- 34 Ing. Zouharová J. a spol: Oděvní technologie II. Konvenční způsoby spojování. Vydala Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Str. 89. ISBN 80-7083-782-9
- 35 Koroze plastů. [online][12.11.2012]. URL:< umi.fs.cvut.cz/files/kkm_koroze_plastu.pdf>
- 36 Krčma, L.: Degradace textilních vláken a ochrana proti ní. 1. vydání. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury. 1976. ISBN 04-801-77
- 37 Stroj STO - NOR [online][12.11.2012]. URL:< [Industria a.s.http://www.sto-nor.no/com/](http://www.sto-nor.no/com/) >
- 38 Zařízení Atlas UVCON – návod použití a popis
- 39 Norma ČSN EN 24920(80 0827) Textilie. Stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení. (zkrápěcí metoda).
- 40 Norma ČSN EN ISO 13935-1. Textilie. Stanovení tahových vlastností švů.
- 41 Lizák, P., Militký, J.: Technické textilie. Nadace pre rozvoj textilného vysokoškolského vzdelávania v Rozombrerku 2002, ISBN 80-968674-0-7
- 42 Prof. RNDr. Ing. Sodomka, L., DrSc. MDFABI:Struktura, vlastnosti, diagnostika a nové technologie oddělování spojování a pojení textilií. TUL, ISBN 80-7083-645-8
- 43 Prof. Ing. KOVÁŘ, R.: Struktura a vlastnosti plošných textilií. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Str. 142. ISBN 80-7083-676-8
- 44 Ing. STANĚK, J. CSc: Nauka o textilních materiálech, díl 1, část 4. Vlastnosti délkových a plošných textilií. Vysoká škola strojní a textilní. Lbc 1988. Str.151.
- 45 Oděvnictví.Pokroky vědy a techniky v textilním průmyslu. SNTL nakladatelství technické literatury. Praha 1981. Str. 323.
- 46 Návod k obsluze pro stroj Pfaff 8310-142/00.

- 47 Spektrální distribuce zářivek používaných v QUV a UVCON přístrojích[online][12.11.2012].
URL:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391008000657>>
- 48 Evropská databanka. [online][12. 1.2013]. URL:<
<http://nabidky.edb.cz/Nabidka-23551-Trhaci-zkusebni-stroje-Testometric-Opava>>
- 49 Whole Bonding Garmet. [online][12. 1.2013]. URL:<
<http://bonding.gnx.jp/html/machines.htm>>
- 50 Floop. Pracovní oděvy. [online][12. 1.2013]. URL:< <http://odevy-specialni-a-reflexni-odevy-jednorazove.flopp.cz/pracovni/47>>
- 51 Engraving machines[online][12. 1.2013]. URL:<
<http://www.engravingmachinesite.com/category/laser-cutting-fabric/>>
- 52 Sewer outdoor [online][4.10.2012]URL:<
<http://www.sewerout.cz/Materialy/#m1>>
- 53 Adidassport.cz[online][12. 1.2013].URL:<
http://www.adisport.cz/aktuality/_zobraz=jak-spravne-vybrat-a-vrstvit-obleceni-pro-outdoor-aktivitu />
- 54 CTF.Flame retardants chemici specialities[online][10.12.2012]URL:<
http://www.ctf2000.com/v1/addiguard_fluorcarbon.html>
- 55 Alibaba.com[online][1.5.2012]URL:<
http://mfbshk.en.alibaba.com/product/457937108-213145291/waterproof_seam_sealing_tape_for_jacket_fabric_PU_and_PVC_coating_fabrics_.html>
- 56 Gore-tex.com.[online].[12.1.2013]URL:<http://www.gore-tex.cz/remote/Satellite?c=fabrics_cont_land_c&childpagename=goretex_cs_CZ%2Ffabrics_cont_land_c%2FFabricTechnologiesChapterOneLandingSEO&cid=1183947839908&p=1183947842895&pagename=SessionWrapper>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Vázaný steh 301[7]	10
Obrázek 2: Lasercutting [51]	11
Obrázek.3: Schéma laminovaného spoje [26]	13
Obrázek 4: Postup zpracování lepeného spoje na VividEdge přístroji pro těsnění švů [26].....	13
Obrázek 5: Lepící reflexní fólie aplikovaná ve švu slouží jako spojovací prvek a současně působí i jako zdobící prvek [26].....	13
Obrázek 6: Svařený spoj – přeplátovaný zdobený šev [1].....	17
Obrázek 7: Svařený spoj – jednoduchý hřbetový šev [19]	17
Obrázek 8: Svařený spoj – přeplátovaný šev [19]	19
Obrázek 9: Šev před a po zajištění podlepovací pásky [20]	20
Obrázek 10:Podlepování šitého švu pomocí horkovzdušného svařovacího zařízení[20]	21
Obrázek 11: Podlepení rubové strany švu termoplastickou páskou [56].....	21
Obrázek 12: Různé typy přelepovacích pásek [30]	22
Obrázek 13: Rychloběžný průmyslový šicí stroj Juki [18].....	23
Obrázek 14: Ultrazvukový svařovací stroj s kruhovou sonotrodou značky PFAFF 8310 [16].....	24
Obrázek 15: Varianty strojů pro ultrazvukové svařování [27]	24
Obrázek 16: Titanové kolečko Clean and Precise napodobující stroj s ořezem [17]	25
Obrázek 17: Titanové kolečko napodobující dvoujehlový stroj [17]	25
Obrázek 18: Horkovzdušný podlepovací stroj pro podlepování švů značky PFAFF 8303 [18].....	25
Obrázek 19 : Vysokofrekvenční svařovací stroj [27]	26
Obrázek 20: Několik variant svařovacích strojů pro výrobu lepených spojů [27]	26
Obrázek 21: Struktura dvouvrstvého laminátu značky GORE-TEX [52]	29
Obrázek 22: Struktura třívrstvého laminátu značky GORE-TEX [52].....	29
Obrázek 23: Mikroskopický pohled na mikroporézní membrána [53].....	29
Obrázek 24: Mikroskopický pohled na neprodyšnou membránu [53]	30
Obrázek 25: Ochranná jednorázová kombinéza s přelepenými švy [50].....	31
Obrázek 26: oděv do deště s podlepenými švy[50]	31
Obrázek 27: Lepící páska aplikovaná na botě[26].....	31
Obrázek.28: Pohled na zpracování bundy z vnější strany [20].....	32
Obrázek 29: Bunda s laminovanými pásky z lícové strany v oblasti zpracování klínových rukávů do průramků, kapuce a rukávů v oblasti loktů [1]	32
Obrázek 30: Kalhoty s podlepenými švy z rubní strany a s přelepenými švy z vnější pohledové stany v oblasti bočních švů, kolenních odševků [1].....	33
Obrázek 31: Šev bez podlepovací termoplastické pásky[55]	34
Obrázek 32: Šev opatřený z rubní strany termoplastickou páskou[55]	34
Obrázek 33: Zařízení pro testování nepromokavosti švů [25].....	35
Obrázek 34: Pevnost šitých švů před podlepením a po podlepení termoplastickou páskou[14].....	37
Obrázek 35: Tažnost šitých švů před a po podlepení termoplastickou páskou[14].....	37
Obrázek 36: Tabulka s průměrnými hodnotami tvarových parametrů u různých typů nepromokavých textilií[14].....	38
Obrázek 37: Rekonstruované trojrozměrné modely švů různých nepromokavých materiálů[14].....	38

Obrázek 38: Průměrné hodnoty tahových vlastností pro kolmý směr[33]	40
Obrázek 39: Průměrné hodnoty tahových charakteristik pro podélný směr[33]	40
Obrázek 40: Podleovací páska	57
Obrázek 41: Průmyslový jednojehlový šicí stroj JUKI s vázaným stehem	58
Obrázek 42: Ultrazvukový stroj PFAFF 8310-142/001[46]	59
Obrázek 43 : Svařovací stroj STO – NOR INDUSTRI a.s.[37]	60
Obrázek 44: Spektrální distribuce zářivek používaných v přístroji UVCON[47]	61
Obrázek 45: Atlas UVCON	61
Obrázek 46: Pračka Samsug	61
Obrázek 47: Zařízení Spray test[55]	62
Obrázek 48: Trhací přístroj Testometric[48]	63
Obrázek 49: Vzorek se švem [40]	64
Obrázek 50: Příprava vzorků pro trhačku [40]	65
Obrázek 51: Řezy zpracovávaného spoje	66
Obrázek 52: Spoj hřbetový šitý	66
Obrázek 53: Řezy tvorby švu	67
Obrázek 54: Přeplátovaný spoj	68
Obrázek 55: Řezy tvorby švu	69
Obrázek 56: Přeplátovaný spoj podlepený úzkou podleovací páskou	69
Obrázek 57: Průřezy zpracovávaného ultrazvukového spoje	70
Obrázek 58: Kolečko pro ultrazvukové svařování	70
Obrázek 59: Kolečko Cut and Silk	70
Obrázek 60: Šev jednoduchý hřbetový svařovaný	70
Obrázek 61: Průřezy zhotovovaného švu	72
Obrázek 62: Spoj přeplátovaný ultrazvukový	72
Obrázek 63: Kolečko ozdobné	72
Obrázek 64: Kolečko Cut and Silk	72
Obrázek 65: Vzhledové změny pro ozařovaný materiál po 48, 96 a 144 hodinách	74
Obrázek 66: Spoj přeplátovaný šitý nepodlepený	75
Obrázek 67: Průměrné hodnoty pevnosti neozařených spojů	77
Obrázek 68: Průměrné hodnoty pevnosti ozařených spojů po 48 hodinách	79
Obrázek 69: Průměrné hodnoty pevnosti ozařených spojů po 96 hodinách	81
Obrázek 70: Průměrné hodnoty pevnosti ozařených spojů po 144 hodinách ozařování	83
Obrázek 71: Porovnání průměrné pevnosti spojů spojených ve směru osnovy	85
Obrázek 72: Porovnání průměrné pevnosti spojů spojených ve směru útku	85
Obrázek 73: Průměrná pevnost spoje přeplátovaného šitého pro osnovní směr	88
Obrázek 74: Průměrná pevnost spoje přeplátovaného šitého pro útkový směr	88
Obrázek 75: Přehled průměrných pevností spojů šitých v osnovním směru po zkoušce ozařování	90
Obrázek 76: Přehled průměrných pevností spojů šitých v útkovém směru po zkoušce ozařování	90
Obrázek 77: Průměrná pevnost materiálu ve směru osnovy a útku	91
Obrázek 78: Průměrné hodnoty pevnosti nepraných spojů	93
Obrázek 79: Průměrné hodnoty pevnosti praných spojů po 1 cyklu praní	95
Obrázek 80: Průměrné hodnoty pevnosti praných spojů po 5 cyklech praní	97
Obrázek 81: Průměrná pevnost spojů šitých ve směru osnovním	99
Obrázek 82: Průměrná pevnost spojů šitých ve směru útkovém	99
Obrázek 83: Průměrná pevnost materiálu po praní ve směru osnovy a útku	100
Obrázek 84: Povrch vzorku po zkoušce smáčení povrchu	102
Obrázek 85: Stupnice 5 z předepsané stupnice pro hodnocení (etalon)[55]	102

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled nejčastěji vyskytujících se typů spojů na výrobcích určených pro sportovní účely	23
Tabulka 2: Šicí podmínky	39
Tabulka 3: Charakteristika materiálu	57
Tabulka 4: Přehled kompletního počtu vzorků pro experiment	64
Tabulka 5: Spoje	65
Tabulka 6: Nastavení parametrů pro horkovzdušné podlepování	67
Tabulka 7: Nastavení parametrů pro horkovzdušné podlepování	68
Tabulka 8: Nastavení parametrů pro horkovzdušné podlepování	69
Tabulka 9: Nastavení parametrů zařízení PFAFF 8310 pro ultrazvukové svařování	71
Tabulka 10: Nastavení parametrů zařízení Pfaff 8310 pro ultrazvukové svařování s použitím kolečka Cut and Silk pro ořez	71
Tabulka 11: Nastavení parametrů pro horkovzdušné podlepování	71
Tabulka 12: Nastavení parametrů Pfaff 8310 pro ultrazvukové svařování	73
Tabulka 13: Nastavení parametrů zařízení Pfaff 8310 pro ultrazvukové svařování s použitím kolečka Cut and Silk pro ořez	73
Tabulka 14: Nastavení parametrů pro horkovzdušné podlepování	73
Tabulka 15: Nastavení přístroje Labtest pro tahovou zkoušku	75
Tabulka 16: Hodnoty průměrné pevnosti a tažnosti pro spoje neozářených	76
Tabulka 17: Průměrné hodnoty pevnosti a tažnosti spojů po 48 hodinách ozařování	78
Tabulka 18: Pevnost a tažnost spojů po ozáření 96 hodin	80
Tabulka 19: Průměrná pevnost a tažnost spojů po 144 hodinách ozařování	82
Tabulka 20: Průměrná pevnost spojů	84
Tabulka 21: Průměrné pevnosti spoje přeplátovaného bez záření a vystaveného 48 hod a 96 hod UV záření	87
Tabulka 22: Průměrné pevnosti všech zkoušených spojů	89
Tabulka 23: Průměrná pevnost materiálu	91
Tabulka 24: Průměrná pevnost a tažnost spojů bez praní	92
Tabulka 25: Průměrná pevnost a tažnost spojů po 1 cyklu praní	94
Tabulka 26: Průměrná pevnost a tažnost spojů po 5 cyklech praní	96
Tabulka 27: Průměrná pevnost spojů	98
Tabulka 28: Průměrné hodnoty pevnosti materiálu	100

Seznam příloh

Příloha 1: Charakteristika použitého materiálu	119
Příloha 2: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy	6
Příloha 3: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru osnovy	6
Příloha 4: Tabulka měření pevnosti spojů ve směru osnovy	6
Příloha 5: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru útku	7
Příloha 6: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru útku	7
Příloha 7: Tabulka měření pevnosti spojů ve směru útku	7
Příloha 8: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy po 1 cyklu praní	8
Příloha 9: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru osnovy po 1 cyklu praní	8
Příloha 10: Tabulka měření pevností spojů ve směru osnovy po 1 cyklu praní	8
Příloha 11: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru útku po 1 cyklu praní	9
Příloha 12: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru útku po 1 cyklu praní	9

Příloha 13:Tabulka měření pevnosti spojů ve směru útku po 1 cyklu praní.....	9
Příloha 14:Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy po 5 cyklech praní....	10
Příloha 15:Tabulka měření tažnosti spojů ve směru osnovy po 5 cyklech praní.....	10
Příloha 16:Tabulka měření pevnosti spojů ve směru osnovy po 5 cyklech praní.....	10
Příloha 17:Tabulka měření prodloužení spojů ve směru útku po 5 cyklech praní	11
Příloha 18:Tabulka měření tažnosti spojů ve směru útku po 5 cyklech praní	11
Příloha 19:Tabulka měření pevnosti spojů ve směru útku po 5 cyklech praní	11
Příloha 20:Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy po 48 hodinách ozařování.....	12
Příloha 21:Tabulka měření tažnosti spojů ve směru osnovy po 48 hodinách ozařování	12
Příloha 22:Tabulka měření pevnosti spojů ve směru osnovy po 48 hodinách ozařování	12
Příloha 23:Tabulka měření prodloužení spojů ve směru útku po 48 hodinách ozařování	13
Příloha 24:Tabulka měření tažnosti spojů ve směru útku po 48 hodinách ozařování ..	13
Příloha 25:Tabulka měření pevnosti spojů ve směru útku po 48 hodinách ozařování ..	13
Příloha 26:Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy po 96 hodinách ozařování.....	14
Příloha 27:Tabulka měření tažnosti spojů ve směru osnovy po 96 hodinách ozařování	14
Příloha 28:Tabulka měření pevnosti spojů ve směru osnovy po 96 hodinách ozařování	14
Příloha 29:Tabulka měření prodloužení spojů ve směru útku po 96 hodinách ozařování	15
Příloha 30:Tabulka měření tažnosti spojů ve směru útku po 96 hodinách ozařování ...	15
Příloha 31:Tabulka měření pevnosti spojů ve směru útku po 96 hodinách ozařování ...	15
Příloha 32:Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy po 144 hodinách ozařování.....	16
Příloha 33:Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy po 144 hodinách ozařování.....	16
Příloha 34:Tabulka měření pevnosti spojů ve směru osnovy po 144 hodinách ozařování	16
Příloha 35:Tabulka měření prodloužení spojů ve směru útku po 144 hodinách ozařování.....	17
Příloha 36:Tabulka měření tažnosti spojů ve směru útku po 144 hodinách ozařování .	17
Příloha 37:Tabulka měření pevnosti spojů ve směru útku po 144 hodinách ozařování	17
Příloha 38:Tabulka měření prodloužení materiálu ve směru osnovy	18
Příloha 39:Tabulka měření tažnosti materiálu ve směru osnovy	18
Příloha 40:Tabulka měření pevnosti materiálu ve směru osnovy	19
Příloha 41:Tabulka měření prodloužení materiálu ve směru útku.....	19
Příloha 42:Tabulka měření tažnosti materiálu ve směru útku	20
Příloha 43:Tabulka měření pevnosti vzorku materiálu ve směru útku	20
Příloha 44:Tabulka měření prodloužení nepodlepeného spoje ve směru osnovy.....	21
Příloha 45:Tabulka měření tažnosti nepodlepeného spoje ve směru osnovy	21
Příloha 46:Tabulka měření pevnosti nepodlepeného spoje ve směru osnovy	21
Příloha 47:Tabulka měření prodloužení nepodlepeného spoje ve směru útku	22
Příloha 48:Tabulka měření tažnosti nepodlepeného spoje ve směru útku.....	22
Příloha 49:Tabulka měření pevnosti nepodlepeného spoje ve směru útku.....	22
Příloha 50: Varianty porušení vzorků při tahové zkoušce.....	23

Přílohy

Příloha 1: Charakteristika použitého materiálu

Složení	Vrchní vrstva – Nylon Membrána – polyuretan Podšívka - polyester	
Vazba	plátňová	
Tloušťka [mm]	0,20	
Plošná hmotnost [g/m²]	92,25	

Příloha 2:Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy

Osnova	Prodloužení [mm]				Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [mm]		
Spoj 1	31,038	46,382	30,467	35,96	9,03	25,11
Spoj 2	32,791	54,316	46,474	44,53	10,90	24,52
Spoj 3	46,152	28,682	45,442	40,09	9,89	24,66
Spoj 4	47,589	61,739	52,326	53,88	7,20	13,37
Spoj 5	32,652	31,68	33,063	32,47	0,81	2,49

Příloha 3:Tabulka měření tažnosti spojů ve směru osnovy

Osnova	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Spoj 1	15,455	23,092	15,185	17,91	4,49	25,07
Spoj 2	16,276	26,959	23,097	22,11	5,41	24,47
Spoj 3	22,908	14,247	22,612	19,92	4,92	24,68
Spoj 4	23,727	30,602	25,920	26,75	3,51	13,13
Spoj 5	16,276	15,783	16,48	16,18	0,36	2,21

Příloha 4:Tabulka měření pevnosti spojů ve směru osnovy

Osnova	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Spoj 1	191,100	183,330	192,410	188,95	Porušení laminátu ve švu	4,91	2,60
Spoj 2	200,020	189,650	186,720	192,13	Porušení laminátu ve švu	6,99	3,64
Spoj 3	170,950	173,610	177,730	174,1	Porušení laminátu ve švu	3,41	1,96
Spoj 4	176,260	172,640	172,470	173,79	Porušení laminátu ve švu	2,14	1,23
Spoj 5	205,58	197,74	194,97	199,43	Porušení laminátu ve švu	5,50	2,76

Příloha 5: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru útku

Útek	Prodloužení [mm]				Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [mm]		
Spoj 1	59,310	58,172	55,213	57,57	2,11	3,67
Spoj 2	49,802	59,286	56,994	55,36	4,95	8,93
Spoj 3	59,662	60,702	59,603	59,09	1,26	2,14
Spoj 4	56,415	55,054	55,369	55,61	0,71	1,28
Spoj 5	51,525	59,139	54,188	54,95	3,84	6,99

Příloha 6: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru útku

Útek	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Spoj 1	29,496	28,914	27,438	28,62	4,49	25,07
Spoj 2	24,780	29,452	28,261	27,5	1,98	8,83
Spoj 3	29,621	30,143	29,629	29,8	0,30	1,00
Spoj 4	27,988	27,092	27,520	27,53	0,45	1,63
Spoj 5	25,614	29,372	26,945	27,31	1,91	6,98

Příloha 7: Tabulka měření pevnosti spojů ve směru útku

Útek	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Spoj 1	187,130	186,740	200,680	191,52	Porušení laminátu v ploše	7,94	4,14
Spoj 2	192,240	214,290	196,890	201,14	Porušení laminátu v ploše	11,62	5,78
Spoj 3	193,75	197,560	193,110	194,81	Porušení laminátu v ploše	2,41	1,23
Spoj 4	198,060	192,660	194,030	194,92	Porušení laminátu v ploše	2,81	1,44
Spoj 5	201,69	199,07	211,49	204,08	Porušení laminátu v ploše	6,55	3,21

Příloha 8: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy po 1 cyklu praní

Osnova	Prodloužení [mm]				Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [mm]		
Spoj 1	50,334	47,313	49,097	48,91	1,52	3,11
Spoj 2	46,723	46,201	50,508	47,81	2,35	4,92
Spoj 3	43,692	49,017	46,922	46,54	2,68	5,76
Spoj 4	41,757	47,985	44,476	44,74	3,12	6,98
Spoj 5	36,075	35,255	36,947	42,74	11,99	28,06

Příloha 9: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru osnovy po 1 cyklu praní

Osnova	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Spoj 1	24,947	23,496	24,359	24,27	0,73	3,01
Spoj 2	23,205	22,911	25,032	23,72	1,15	4,84
Spoj 3	21,537	24,342	23,323	23,07	1,42	6,15
Spoj 4	20,769	23,853	22,042	22,22	1,55	6,97
Spoj 5	17,912	17,535	18,311	21,20	6,29	29,69

Příloha 10: Tabulka měření pevností spojů ve směru osnovy po 1 cyklu praní

Osnova	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Spoj 1	195,07	188,15	199,49	194,24	Porušení laminátu ve švu	5,72	2,94
Spoj 2	197,98	202,1	199,73	199,94	Porušení laminátu ve švu	2,07	1,03
Spoj 3	166,63	206,75	190,24	187,87	Porušení laminátu ve švu	20,16	10,73
Spoj 4	178,17	190,43	178,21	182,27	Porušení laminátu ve švu	7,07	3,88
Spoj 5	187,32	193,78	206,34	202,22	Porušení laminátu ve švu	4,96	2,45

Příloha 11: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru útku po 1 cyklu praní

Útek	Prodloužení [mm]			Průměr [mm]	Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3			
Spoj 1	64,018	60,013	62,078	62,04	2,00	3,23
Spoj 2	62,151	63,434	61,455	62,35	1,00	1,61
Spoj 3	77,243	66,868	63,164	69,09	7,30	10,56
Spoj 4	60,513	60,386	60,250	60,38	0,13	0,22
Spoj 5	59,037	60,881	54,686	55,32	0,28	0,51

Příloha 12: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru útku po 1 cyklu praní

Útek	Tažnost [%]			Průměr [%]	Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3			
Spoj 1	31,788	29,742	30,809	30,78	1,02	3,32
Spoj 2	30,834	31,383	30,356	30,86	0,51	1,67
Spoj 3	38,362	32,889	31,186	34,15	3,75	10,98
Spoj 4	30,055	30,011	29,880	29,98	0,09	0,30
Spoj 5	29,319	30,271	27,162	27,47	0,15	0,56

Příloha 13: Tabulka měření pevnosti spojů ve směru útku po 1 cyklu praní

Útek	Síla [N]			Průměr [N]	Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3				
Spoj 1	204,270	206,310	190,860	200,48	Porušení laminátu v ploše	8,39	4,19
Spoj 2	179,910	183,510	171,450	178,29	Porušení laminátu v ploše	6,19	3,47
Spoj 3	180,720	166,630	188,270	178,58	Porušení laminátu v ploše	10,92	6,12
Spoj 4	167,300	189,040	185,850	180,73	Porušení laminátu v ploše	11,74	6,50
Spoj 5	208,960	214,190	199,880	207,69	Porušení laminátu v ploše	0,08	0,04

Příloha 14: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy po 5 cyklech praní

Osnova	Prodloužení [mm]				Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [mm]		
Spoj 1	45,691	48,551	44,733	46,33	1,99	4,29
Spoj 2	45,837	46,910	46,5000	46,42	0,54	1,17
Spoj 3	43,775	45,180	47,460	45,47	1,86	4,09
Spoj 4	39,111	41,328	42,322	40,92	1,64	4,02
Spoj 5	35,954	35,685	56,588	42,74	11,99	28,06

Příloha 15: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru osnovy po 5 cyklech praní

Osnova	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Spoj 1	22,576	23,935	22,205	22,91	0,91	3,96
Spoj 2	22,789	23,281	23,058	23,04	0,25	1,07
Spoj 3	21,624	22,394	23,535	22,52	0,96	4,27
Spoj 4	19,383	20,492	20,977	20,28	0,82	4,03
Spoj 5	17,769	17,726	28,099	21,20	5,98	28,19

Příloha 16: Tabulka měření pevnosti spojů ve směru osnovy po 5 cyklech praní

Osnova	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Spoj 1	194,560	207,540	193,290	198,46	Porušení laminátu ve švu	7,89	3,97
Spoj 2	205,070	207,340	189,320	200,58	Porušení laminátu ve švu	9,81	4,89
Spoj 3	186,320	201,360	194,280	193,99	Porušení laminátu ve švu	6,17	3,18
Spoj 4	176,550	178,970	176,320	177,28	Porušení laminátu ve švu	1,47	0,83
Spoj 5	203,610	196,710	206,340	202,22	Porušení laminátu ve švu	4,96	2,45

Příloha 17: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru útku po 5 cyklech praní

Útek	Prodloužení [mm]			Průměr [mm]	Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3			
Spoj 1	55,862	66,330	35,063	52,42	15,92	30,36
Spoj 2	60,322	57,107	62,409	59,95	2,03	3,38
Spoj 3	64,430	58,027	58,274	60,24	3,63	6,02
Spoj 4	55,816	57,951	58,090	57,29	1,27	2,22
Spoj 5	55,694	55,129	55,129	55,32	0,27	0,49

Příloha 18: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru útku po 5 cyklech praní

Útek	Tažnost [%]			Průměr [%]	Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3			
Spoj 1	27,725	32,820	17,839	25,98	7,86	30,26
Spoj 2	29,945	28,347	30,669	29,65	1,19	4,01
Spoj 3	31,906	28,704	28,806	29,81	1,82	6,11
Spoj 4	27,677	28,685	28,828	28,40	0,63	2,21
Spoj 5	27,644	27,378	27,378	27,47	0,15	0,56

Příloha 19: Tabulka měření pevnosti spojů ve směru útku po 5 cyklech praní

Útek	Síla [N]			Průměr [N]	Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3				
Spoj 1	184,750	220,450	196,850	200,68	Porušení laminátu v ploše	18,16	9,05
Spoj 2	206,110	185,840	208,930	200,29	Porušení laminátu v ploše	12,60	6,29
Spoj 3	199,900	190,350	172,190	187,48	Porušení laminátu v ploše	14,08	7,51
Spoj 4	188,070	191,900	196,860	192,28	Porušení laminátu v ploše	4,41	2,29
Spoj 5	207,780	207,640	207,640	207,69	Porušení laminátu v ploše	0,05	0,03

Příloha 20: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy po 48 hodinách ozařování

Osnova	Prodloužení [mm]				Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [mm]		
Spoj 1	30,781	28,619	29,563	29,65	1,83	3,66
Spoj 2	30,905	31,310	31,214	31,14	0,21	0,68
Spoj 3	24,189	44,995	42,675	37,29	11,40	30,58
Spoj 4	42,362	43,263	41,958	42,53	0,67	1,57
Spoj 5	30,168	30,916	31,717	30,93	0,77	2,50

Příloha 21: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru osnovy po 48 hodinách ozařování

Osnova	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Spoj 1	15,343	14,254	14,712	14,77	0,55	3,70
Spoj 2	15,150	15,549	15,539	15,41	0,23	1,48
Spoj 3	12,024	22,419	21,272	18,57	5,70	30,70
Spoj 4	21,097	21,553	20,913	21,19	0,33	1,55
Spoj 5	15,016	15,376	15,815	15,40	0,40	2,60

Příloha 22: Tabulka měření pevnosti spojů ve směru osnovy po 48 hodinách ozařování

Osnova	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Spoj 1	188,650	181,190	178,130	182,66	Porušení laminátu ve švu	5,41	2,96
Spoj 2	189,680	177,350	180,640	182,56	Porušení laminátu ve švu	6,38	3,50
Spoj 3	141,990	176,720	173,050	163,92	Porušení laminátu ve švu	19,08	11,64
Spoj 4	150,710	163,230	156,300	156,76	Porušení laminátu ve švu	6,27	4,00
Spoj 5	190,720	198,790	197,960	195,82	Porušení laminátu ve švu	4,44	2,27

Příloha 23: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru útku po 48 hodinách ozařování

Útek	Prodloužení [mm]			Průměr [mm]	Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3			
Spoj 1	43,744	47,540	47,377	46,22	2,15	4,64
Spoj 2	49,451	50,924	46,715	49,03	2,14	4,36
Spoj 3	49,227	51,666	49,642	50,18	1,30	2,60
Spoj 4	49,740	51,117	57,621	52,83	4,21	7,97
Spoj 5	44,313	44,863	45,282	44,82	0,49	1,08

Příloha 24: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru útku po 48 hodinách ozařování

Útek	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Spoj 1	21,691	23,601	23,581	22,96	1,10	4,77
Spoj 2	24,559	25,266	23,208	24,34	1,05	4,30
Spoj 3	24,338	25,679	24,698	24,91	0,69	2,79
Spoj 4	24,710	25,410	28,638	26,25	2,09	7,98
Spoj 5	22,019	22,289	22,528	22,28	0,25	1,14

Příloha 25: Tabulka měření pevnosti spojů ve směru útku po 48 hodinách ozařování

Útek	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Spoj 1	158,190	163,060	154,430	158,56	Porušení laminátu v ploše	4,33	2,73
Spoj 2	156,190	148,090	150,040	151,44	Porušení laminátu v ploše	4,23	2,79
Spoj 3	143,240	154,290	149,210	148,91	Porušení laminátu v ploše	5,53	3,71
Spoj 4	158,910	159,770	167,480	162,05	Porušení laminátu v ploše	4,72	2,91
Spoj 5	171,310	172,000	176,690	173,82	Porušení laminátu v ploše	2,92	1,69

Příloha 26: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy po 96 hodinách ozařování

Osnova	Prodloužení [mm]				Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [mm]		
Spoj 1	27,660	27,660	27,660	28,17	0,99	3,54
Spoj 2	28,948	29,203	27,604	28,59	0,86	3,00
Spoj 3	26,149	28,081	27,558	27,26	1,00	3,67
Spoj 4	23,852	26,583	24,549	24,99	1,42	5,68
Spoj 5	30,288	28,978	29,164	29,48	0,71	2,40

Příloha 27: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru osnovy po 96 hodinách ozařování

Osnova	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Spoj 1	13,735	14,539	13,718	14,00	0,51	3,68
Spoj 2	14,385	14,543	13,754	14,23	0,25	1,73
Spoj 3	12,981	13,978	13,701	13,55	0,51	3,80
Spoj 4	11,876	13,212	12,235	12,44	0,68	5,49
Spoj 5	15,077	14,402	14,515	14,66	0,36	2,47

Příloha 28: Tabulka měření pevnosti spojů ve směru osnovy po 96 hodinách ozařování

Osnova	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Spoj 1	173,500	172,030	175,790	173,77	Porušení laminátu ve švu	1,89	1,09
Spoj 2	176,940	180,580	173,610	177,04	Porušení laminátu ve švu	3,49	1,97
Spoj 3	160,640	169,750	159,590	163,33	Porušení laminátu ve švu	5,59	3,42
Spoj 4	151,220	164,620	151,250	155,70	Porušení laminátu ve švu	7,73	4,96
Spoj 5	192,280	187,170	191,970	190,47	Porušení laminátu ve švu	2,86	1,50

Příloha 29: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru útku po 96 hodinách ozařování

Útek	Prodloužení [mm]			Průměr [mm]	Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3			
Spoj 1	45,768	42,748	42,776	43,76	1,74	3,97
Spoj 2	43,368	41,002	40,572	41,65	1,51	3,61
Spoj 3	39,974	40,823	40,823	41,23	1,50	3,64
Spoj 4	37,886	37,560	42,666	39,37	2,86	7,26
Spoj 5	42,424	40,353	43,135	41,47	1,77	4,28

Příloha 30: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru útku po 96 hodinách ozařování

Útek	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Spoj 1	22,705	20,918	21,253	21,63	0,95	4,39
Spoj 2	21,382	20,362	20,106	20,62	0,68	3,27
Spoj 3	19,886	21,333	20,292	20,50	0,75	3,64
Spoj 4	18,845	18,674	20,903	19,47	1,24	6,37
Spoj 5	21,068	20,038	21,420	20,84	0,72	3,45

Příloha 31: Tabulka měření pevnosti spojů ve směru útku po 96 hodinách ozařování

Útek	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Spoj 1	149,780	134,280	148,080	144,05	Porušení laminátu v ploše	8,50	5,90
Spoj 2	151,000		149,440	150,12	Porušení laminátu v ploše	0,80	0,53
Spoj 3	141,780	157,160	141,650	146,86	Porušení laminátu v ploše	8,92	6,07
Spoj 4	135,520	137,770	153,320	142,20	Porušení laminátu v ploše	9,69	6,82
Spoj 5	145,920	125,940	148,910	140,26	Porušení laminátu v ploše	12,49	8,90

Příloha 32: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy po 144 hodinách ozařování

Osnova	Prodloužení [mm]				Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [mm]		
Spoj 1	29,504	28,963	27,047	28,50	1,29	4,53
Spoj 2	25,822	29,125	25,654	26,87	1,96	7,28
Spoj 3	28,513	27,644	26,318	27,49	1,11	4,02
Spoj 4	24,655	23,680	23,344	23,89	0,68	2,85
Spoj 5	24,361	24,921	25,711	25,00	0,68	2,71

Příloha 33: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru osnovy po 144 hodinách ozařování

Osnova	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Spoj 1	14,691	14,367	13,480	14,18	0,63	4,42
Spoj 2	12,874	14,523	12,786	13,39	0,98	7,31
Spoj 3	14,199	13,772	13,107	13,69	0,55	4,02
Spoj 4	12,226	11,805	11,620	11,88	0,31	2,61
Spoj 5	12,130	12,420	12,805	12,45	0,34	2,72

Příloha 34: Tabulka měření pevnosti spojů ve směru osnovy po 144 hodinách ozařování

Osnova	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Spoj 1	151,090	158,420	159,680	156,40	Porušení laminátu ve švu	4,64	2,97
Spoj 2	154,930	179,440	153,570	162,65	Porušení laminátu ve švu	14,56	8,95
Spoj 3	167,660	160,840	154,570	161,02	Porušení laminátu ve švu	6,55	4,07
Spoj 4	136,170	139,230	132,100	135,83	Porušení laminátu ve švu	3,58	2,63
Spoj 5	150,390	155,090	156,940	154,14	Porušení laminátu ve švu	3,38	2,19

Příloha 35: Tabulka měření prodloužení spojů ve směru útku po 144 hodinách ozařování

Útek	Prodloužení [mm]			Průměr [mm]	Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3			
Spoj 1	42,238	40,998	42,860	42,03	0,95	2,26
Spoj 2	38,797	38,780	38,895	38,82	0,06	0,16
Spoj 3	41,976	40,607	39,678	40,75	1,16	2,83
Spoj 4	37,503	39,955	38,994	38,82	1,23	3,17
Spoj 5	40,056	41,821	39,224	40,37	1,33	3,28

Příloha 36: Tabulka měření tažnosti spojů ve směru útku po 144 hodinách ozařování

Útek	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Spoj 1	220,951	220,360	21,311	20,87	0,48	2,30
Spoj 2	19,311	19,292	19,341	19,31	0,03	0,13
Spoj 3	20,880	20,201	19,733	20,27	0,58	2,85
Spoj 4	18,667	19,861	19,401	19,31	0,60	3,12
Spoj 5	19,930	20,802	19,532	20,09	0,65	3,23

Příloha 37: Tabulka měření pevnosti spojů ve směru útku po 144 hodinách ozařování

Útek	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Spoj 1	138,070	123,250	126,760	129,36	Porušení laminátu v ploše	7,74	5,99
Spoj 2	127,790	137,730	136,620	134,05	Porušení laminátu v ploše	5,45	4,06
Spoj 3	137,940	131,050	125,500	131,50	Porušení laminátu v ploše	6,22	4,73
Spoj 4	126,480	134,050	129,040	129,86	Porušení laminátu v ploše	3,70	2,85
Spoj 5	126,360	131,380	127,230	128,32	Porušení laminátu v ploše	2,68	2,09

Příloha 38: Tabulka měření prodloužení materiálu ve směru osnovy

Osnova	Prodloužení [mm]				Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [mm]		
Bez ozáření	57,961	58,596	54,030	56,86	2,47	4,35
Ozářený 48 hodin	42,248	45,174	43,909	43,78	1,47	3,35
Ozářený 96 hodin	34,802	33,294	35,772	50,08	3,00	5,99
Ozářený 144 hodin	31,396	32,441	38,178	34,01	3,65	10,74
Praný 1 cyklu	60,147	59,571	61,424	60,38	0,94	1,57
Praný 5 cyklů	61,539	61,469	60,900	61,30	0,35	0,06

Příloha 39: Tabulka měření tažnosti materiálu ve směru osnovy

Osnova	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Bez ozáření	28,693	29,183	26,907	28,26	1,20	4,24
Ozářený 48 hodin	21,068	22,508	21,894	21,82	0,71	3,26
Ozářený 96 hodin	17,346	16,589	17,781	17,24	0,60	3,50
Ozářený 144 hodin	15,657	16,177	19,023	16,95	1,81	10,69
Praný 1 cyklu	29,949	29,622	30,530	30,03	0,46	1,53
Praný 5 cyklů	30,518	30,538	30,243	30,43	0,16	0,54

Příloha 40: Tabulka měření pevnosti materiálu ve směru osnovy

Osnova	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Bez ozáření	307,880	306,460	292,150	302,16	Přetrh materiálu v ploše	8,72	2,89
Ozářený 48 hodin	245,750	258,270	250,610	251,54	Přetrh materiálu v ploše	6,31	2,51
Ozářený 96 hodin	207,000	200,650	214,710	207,45	Přetrh materiálu v ploše ozáření	7,04	3,39
Ozářený 144 hodin	193,650	198,160	224,920	205,58	Přetrh materiálu v ploše ozáření	16,90	8,22
Praný 1 cyklu	304,790	302,750	312,890	306,81	Přetrh materiálu v ploše	5,36	1,75
Praný 5 cyklů	306,520	311,680	308,670	308,96	Přetrh materiálu v ploše	2,59	0,84

Příloha 41: Tabulka měření prodloužení materiálu ve směru útku

Útek	Prodloužení [mm]			Průměr [mm]	Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3			
Bez ozáření	80,000	65,723	81,116	75,61	8,58	11,35
Ozářený 48 hodin	62,930	55,786	57,462	58,73	3,74	6,36
Ozářený 96 hodin	50,740	52,698	46,808	50,08	3,00	6,00
Ozářený 144 hodin	49,577	48,967	51,149	49,90	0,70	1,40
Praný 1 cyklu	64,673	63,889	62,416	63,66	1,15	1,80
Praný 5 cyklů	80,823	85,822	89,242	85,30	4,23	4,96

Příloha 42: Tabulka měření tažnosti materiálu ve směru útku

Osnova	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Bez ozáření	39,807	32,687	40,177	37,56	4,22	11,24
Ozářený 48 hodin	31,297	27,731	28,587	29,21	1,86	6,37
Ozářený 96 hodin	25,150	26,168	23,267	24,86	1,47	5,92
Ozářený 144 hodin	24,677	24,347	25,447	24,82	0,35	1,41
Praný 1 cyklu	32,157	31,756	30,979	31,63	0,60	1,90
Praný 5 cyklů	40,133	42,596	44,166	42,30	2,03	4,81

Příloha 43: Tabulka měření pevnosti vzorku materiálu ve směru útku

Útek	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Bez ozáření	289,480	219,450	185,140	231,36	Přetrh materiálu v ploše	53,18	22,99
Ozářený 48 hodin	172,620	189,770	181,000	181,13	Poškození materiálu v ploše ozáření	8,58	4,73
Ozářený 96 hodin	179,820	196,670	158,330	178,27	Poškození materiálu v ploše ozáření	19,18	10,76
Ozářený 144 hodin	186,000	171,080	195,087	184,60	Poškození materiálu v ploše		
Praný 1 cyklu	185,120	177,060	172,750	178,31	Poškození materiálu v ploše	6,28	3,52
Praný 5 cyklů	283,160	302,070	304,790	296,67	Poškození materiálu v ploše	9,63	3,25

Příloha 44: Tabulka měření prodloužení nepodlepeného spoje ve směru osnovy

Osnova	Prodloužení [mm]				Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [mm]		
Bez ozáření	42,383	42,297	44,201	42,96	1,08	2,50
Ozářený 48 hodin	36,567	34,784	35,938	35,76	0,90	2,53
Ozářený 96 hodin	31,402	33,031	34,200	32,88	1,41	4,27

Příloha 45: Tabulka měření tažnosti nepodlepeného spoje ve směru osnovy

Osnova	Tažnost [%]				Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [%]		
Bez ozáření	21,125	21,068	21,993	21,40	0,52	2,42
Ozářený 48 hodin	18,207	17,323	17,902	17,81	0,45	2,52
Ozářený 96 hodin	15,645	16,452	17,035	16,38	0,70	4,26

Příloha 46: Tabulka měření pevnosti nepodlepeného spoje ve směru osnovy

Osnova	Síla [N]				Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3	Průměr [N]			
Bez ozáření	216,500	223,680	220,370	220,18	Porušení ve švu	3,59	1,63
Ozářený 48 hodin	187,010	180,970	191,200	186,39	Porušení laminátu ve švu	5,14	2,76
Ozářený 96 hodin	162,650	173,730	181,000	172,46	Porušení laminátu ve švu	9,24	5,36

Příloha 47: Tabulka měření prodloužení nepodlepeného spoje ve směru útku

Útek	Prodloužení [mm]			Průměr [mm]	Směrodatná odchylka [mm]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3			
Bez ozáření	55,762	61,973	64,390	60,71	4,45	7,33
Ozářený 48 hodin	59,401	55,318	51,396	55,37	4,00	7,23
Ozářený 96 hodin	46,563	46,141	48,382	47,03	1,19	2,53

Příloha 48: Tabulka měření tažnosti nepodlepeného spoje ve směru útku

Útek	Tažnost [%]			Průměr [%]	Směrodatná odchylka [%]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3			
Bez ozáření	27,727	30,819	32,015	30,19	2,21	7,33
Ozářený 48 hodin	29,523	27,458	25,546	27,51	1,99	7,23
Ozářený 96 hodin	23,113	22,818	24,061	23,33	0,65	2,78

Příloha 49: Tabulka měření pevnosti nepodlepeného spoje ve směru útku

Útek	Síla [N]			Průměr [N]	Poznámka	Směrodatná odchylka [N]	Variační koeficient [%]
	V1	V2	V3				
Bez ozáření	187,700	218,190	211,700	205,86	Porušení ve švu	16,06	7,80
Ozářený 48 hodin	174,980	163,030	159,510	165,84	Porušení laminátu v ploše	8,12	4,89
Ozářený 96 hodin	150,920	111,730	151,720	138,12	Porušení laminátu v ploše	22,86	16,55

Příloha 50: Varianty porušení vzorků při tahové zkoušce



1. Porušení laminátu v ploše a oddělení a přetrh vrchní vrstvy



2. Porušení vrchní vrstvy laminátu ve švu